

Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de pointe sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada

par

John R. Baldwin*

et

David Sabourin**

11F0019MIF N° 174

ISSN : 1200-5231

ISBN : 0-662-86206-6

Division de l'analyse micro-économique
24-B, immeuble R.-H.-Coats
Ottawa, K1A 0T6
Statistique Canada
Télécopieur : (613) 951-5403

* (613) 951-8588

Courriel : baldjoh@statcan.ca

** (613) 951-3735

Courriel : sabodav@statcan.ca

Octobre 2001

Le présent document a été préparé conjointement avec la Direction des technologies de l'information et des communications d'Industrie Canada.

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Le présent document reflète les opinions des auteurs et pas nécessairement celles de Statistique Canada.

Also available in English

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca



Table des matières

RÉSUMÉ	V
1. INTRODUCTION.....	1
2. LE PROCESSUS DE CROISSANCE	3
3. SUCCÈS, INNOVATION ET UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE POINTE.....	6
4. SOURCE DES DONNÉES POUR L'UTILISATION DE TECHNOLOGIES DE POINTE.....	10
5. PERFORMANCE ET UTILISATION DES TIC	13
6. DIFFÉRENCES SELON L'INDUSTRIE.....	17
7. ANALYSE MULTIVARIÉE	21
7.1 MODÈLE.....	21
7.1.1 Croissance de la productivité.....	21
7.1.2 Croissance de la part de marché.....	24
7.1.3 Croissance du taux de salaire, de l'emploi et de la rentabilité	25
7.2 RÉSULTATS EMPIRIQUES	25
7.2.1 Croissance de la productivité.....	26
7.2.2 Croissance de la part de marché.....	27
7.2.3 Croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi	30
8. CONCLUSION	31
ANNEXE A.....	33
BIBLIOGRAPHIE.....	34

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca



Résumé

Le présent document s'intéresse à l'évolution de la structure industrielle du secteur de la fabrication au Canada de même qu'à son lien avec le changement technologique en examinant l'adoption de technologies de pointe et son rapport avec le processus de croissance stochastique dans la population des usines. Il s'articule autour du point de vue selon lequel la croissance est un processus stochastique dans lequel intervient l'apprentissage. L'expérimentation des nouvelles technologies récompense certaines entreprises à croissance et à rentabilité supérieures. Pour savoir lesquelles, on y examine le rapport entre la croissance et le choix de différentes stratégies technologiques.

Le document étudie l'évolution de ce processus en sondant la relation entre l'adoption de nouvelles technologies et la performance des usines dans le secteur de la fabrication; cela se fait par la combinaison de données transversales sur les technologies de pointe à des données de panel longitudinales sur la performance des usines. Il s'intéresse en particulier au lien entre l'utilisation des technologies de l'information et des communications (TIC) et la croissance de la part de marché et de la productivité relative d'une usine.

Il appert qu'une proportion considérable de la part de marché passe des entreprises en déclin aux entreprises en croissance sur une période de dix ans. En même temps, les secondes augmentent leur productivité par rapport aux premières. Les utilisatrices de technologies qui employaient des technologies de communication ou combinaient différents types de technologies à partir de diverses catégories de technologie ont accru le plus leur productivité relative. Ces hausses de la productivité relative se sont accompagnées d'élargissements de la part de marché. Ont aussi contribué à accroître la part de marché la présence d'installations de la Recherche et du développement (R-D) et d'autres activités innovatrices.

Mots clés : technologies de l'information et des communications, TIC, performance des entreprises

PUBLICATIONS ÉLECTRONIQUES DISPONIBLES À
www.statcan.ca



1. Introduction

Le présent document s'intéresse à l'évolution de la structure industrielle du secteur de la fabrication au Canada de même qu'à son lien avec le changement technologique en examinant l'adoption de technologies de pointe et son rapport avec le processus de croissance stochastique dans la population des usines. Il s'articule autour du point de vue selon lequel la croissance est un processus stochastique dans lequel intervient l'apprentissage. Les possibilités de production ne sont pas uniques et les entreprises grandissent dans un monde où chacune cherche à déterminer laquelle des nombreuses combinaisons possibles de technologies de pointe lui conviendrait le mieux. Les entreprises adoptent de nouvelles technologies de pointe au fur et à mesure qu'elles en découvrent les possibilités et qu'elles en expérimentent l'applicabilité à leur situation propre. L'expérimentation récompense certaines entreprises à croissance et à rentabilité supérieures.

Les entreprises ont accès en tout temps à un éventail de nouvelles technologies de pointe. Toutes ne choisiront pas les mêmes. Pas plus qu'un ensemble particulier ne leur offrira toutes le même rendement. L'environnement au sein duquel évolue une entreprise et l'historique de cette dernière déterminent les résultats finaux de l'expérimentation des nouvelles technologies. Il est difficile pour les entreprises de déterminer ex ante ce que pourrait être la « meilleure pratique », et on ne le sait que lorsque le processus de sélection démontre quelles entreprises ont pris la « bonne » décision.

L'adoption de nouvelles technologies dans le processus de production se fait lentement parce qu'il faut beaucoup apprendre en expérimentant. Il faut mettre en place une foule de machines et de procédés de production complémentaires avant que les nouvelles technologies ne puissent trouver d'applications utiles¹. Et il faut beaucoup tâtonner pour trouver la bonne combinaison. On peut intégrer les technologies éprouvées au processus de production à l'aide de plans détaillés. Le savoir se diffuse rapidement lorsqu'il est facilement codifiable et aisément transférable d'une entreprise à l'autre. En revanche, l'introduction de nouvelles technologies aux premières heures d'une transformation industrielle ressemble davantage à la construction d'un prototype. Les plans servent de fondement pour un prototype, mais le construct change au fil du temps au gré des diktats de l'expérience. La recherche se fait en apprenant par expérimentation.

Le présent document décrit l'évolution de ce processus en examinant l'impact de l'adoption de technologies de pointe sur la performance des usines dans le secteur manufacturier, et ce, en combinant des données transversales sur l'utilisation des technologies de pointe à des données de panel longitudinales sur la performance des usines.

Il met l'accent sur les technologies associées à la révolution des technologies de l'information et des communications (TIC). La puissance de traitement relativement peu coûteuse des puces a fait faire des progrès technologiques spectaculaires au secteur de la fabrication. Il s'agit, d'une part, d'un certain nombre de technologies économiseuses de main-d'œuvre, c'est-à-dire la mise au point de machines assistées par ordinateur pour remplacer des travailleurs manuels. Par exemple,

¹ Voir Baldwin et Sabourin (2000) pour une étude de l'importance des pratiques d'ingénierie de pointe pour l'adoption de technologies de pointe.

les robots pilotés par ordinateur offrent une solution de rechange efficace et sécuritaire aux êtres humains pour l'exécution de travaux répétitifs tels que le soudage par points et la peinture. Les véhicules guidés automatisés remplacent de coûteuses remises en mains propres. Mais l'élément véritablement sensationnel de la révolution des technologies de l'information (TIC) aura été la naissance de la « fabrication douce », qui, de souligner Bylinsky (1994), diffère de la fabrication traditionnelle en ce que les logiciels et les réseaux d'ordinateurs y sont plus importants que l'outillage de production. De plus, l'objectif des technologies de « fabrication douce » a consisté à améliorer plutôt qu'à remplacer les capacités des êtres humains. Les systèmes de fabrication flexibles, dotés de l'agilité nécessaire pour fournir rapidement de l'information aux travailleurs et aux cadres, offrent aujourd'hui un degré de personnalisation supérieur à coût nettement moindre que ceux d'hier. La révolution des TI a permis aux usines d'offrir des produits personnalisés en petites quantités et de modifier rapidement les familles de produits afin de répondre à la demande changeante des consommateurs.

La première section du présent document examine certaines caractéristiques du processus stochastique qui sont pertinentes aux mesures de la performance des entreprises et des usines utilisées dans ce document. On y indique dans quelle mesure les usines se remplacent en se transférant leurs parts de marché au cours de la période de 10 ans allant de 1988 à 1997 et dans quelle mesure cela s'est accompagné de variations de leur productivité relative et de leur rentabilité.

Le document étudie ensuite l'effet qu'a le changement technologique sur la productivité. Il examine le lien entre l'utilisation de technologies de fabrication de pointe telles que les automates programmables, les réseaux locaux et l'équipement de conception et d'ingénierie assistées par ordinateur de même que la performance des usines pour déterminer les choix associés à la croissance. Les usines n'ont pas toutes adopté de nouvelles technologies de pointe assistées par ordinateur. Nous examinons la relation entre l'évolution de la part de marché et de la productivité relative des usines durant la période à l'étude et les technologies de pointe que les usines avaient réussi à implanter en 1998, ce qui nous permet de savoir quelles technologies de pointe ont été effectivement retenues à l'issue du processus de recherche et d'élimination rattaché à la concurrence.

Les données sur la performance économique utilisées dans l'étude proviennent d'un fichier longitudinal mis au point à partir de l'Enquête annuelle des manufactures. On y trouve des données sur l'emploi (travailleurs de la production et auxiliaires), la productivité du travail (valeur ajoutée par travailleur), les traitements et salaires, les livraisons manufacturières et totales et la valeur ajoutée manufacturière et totale des usines de fabrication canadiennes durant la période 1988-1997². Les données sur la performance économique ont été jumelées aux données sur l'utilisation de technologies de pointe par les usines recueillies par l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998. Dans le présent document, les usines seront notre unité d'analyse.

² La valeur ajoutée totale diffère de la valeur ajoutée manufacturière parce que les établissements manufacturiers ont des activités non manufacturières intrinsèques à leurs opérations manufacturières.

2. Le processus de croissance

Croissance et déclin sont présents dans le secteur manufacturier, alors que les usines se disputent leurs parts de marché respectives. Le changement est grand. De 1988 à 1997, quelque 47 % de la part du marché des entreprises est passée de celles dont la part de marché a reculé à celles dont la part de marché a progressé, et ce, au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. Les persévérantes en croissance ont enregistré 26 points de pourcentage de l'augmentation de la part de marché, tandis que les nouvelles venues ont enregistré les 21 points de pourcentage restants. Cela s'est fait au détriment des persévérantes en déclin (17 points de pourcentage) et des sortantes (30 points de pourcentage).

Ce roulement est le fruit d'une multitude de petits changements, une foule de petites entreprises grugeant de petites tranches du marché et de nombreuses entreprises existantes prenant lentement de l'expansion aux dépens des autres. En même temps, beaucoup d'entreprises ferment, la plupart assez petites, et de nombreux établissements existants perdent du terrain. À court terme, une bonne partie de ces changements sont renversés, mais à long terme, au fil des décennies, ils provoquent des mouvements substantiels dans le classement relatif ou la position des membres d'une industrie.

Le tableau 1 illustre dans quelle mesure la croissance et le déclin des usines modifie leur classement relatif. On calcule les parts de marché des usines au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres pour les années 1988 et 1997, puis on divise tous les établissements en quartiles en 1988 et en 1997 en fonction du classement de leur part de marché. Le tableau 1 illustre les mouvements à la hausse et à la baisse des effectifs persévérants dans la hiérarchie des parts de marché³. Il donne le pourcentage des usines persévérantes, qui ont ouvert leurs portes durant un quartile donné de 1988, qui sont montées ou qui sont descendues d'un quartile ou deux ou qui n'ont pas bougé.

Tout au long de la décennie, le statut relatif des établissements a profondément changé. Par exemple, 23 % des usines persévérantes qui se trouvaient dans le second quartile en 1988 étaient descendues dans le dernier quartile en 1997, alors que 17 % avaient grimpé au troisième quartile et que 57 % étaient demeurées dans le même quartile.

Tableau 1. Matrice de transition des parts de marché des entreprises persévérantes (1988-1997)

Quartiles des parts de marché (1988)	Quartiles des parts de marché (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage des établissements			
Q1	82	15	3	0
Q2	23	57	17	2
Q3	2	22	60	16
Q4	2	2	13	83

³ Dans le tableau 1, les quartiles sont calculés pour tous les établissements, mais les parts ne le sont que pour ceux qui persévèrent.

L'on observe un peu plus d'inertie chez les usines qui ont commencé dans le quartile inférieur ou supérieur, et ce, en partie parce que leurs possibilités de mouvement sont tronquées, soit vers le haut pour le quartile supérieur, soit vers le bas pour le quartile inférieur. Plus de 80 % des usines de ces deux groupes sont demeurées dans le même quartile. Près du cinquième étaient tout de même passées à la catégorie voisine.

Les usines parviennent à augmenter leur part de marché de diverses façons. Soit qu'elles améliorent leur structure de coûts relative, soit qu'elles arrivent à fabriquer des produits de meilleure qualité que les consommateurs acceptent volontiers de payer plus cher. Dans l'un et l'autre cas, nous nous attendrions à ce que cela se traduise par une hausse des niveaux de productivité du travail par rapport à la moyenne de l'industrie. L'augmentation de la part de marché s'accompagne bel et bien d'une croissance de la productivité relative du travail. Si nous divisons les usines persévérantes en deux groupes égaux selon la variation de leur part du marché, nous constatons que la productivité relative des usines qui gagnent du terrain est égale à celle des usines qui en perdent au début de la période (tableau 2). La productivité initiale du groupe persévérant n'est donc pas un bon prédicteur de la performance subséquente de la part du marché. Cependant, les usines dont la part de marché s'accroît réussissent simultanément à augmenter leur productivité relative, laquelle était, en 1997, était de 22 % supérieure à celle du groupe en déclin. À la fin de la période, le marché avait récompensé celles qui étaient devenues plus efficaces ou qui avaient accru la qualité de leur produit et, en même temps, leur productivité du travail en augmentant leur part de marché.

Tableau 2. Productivité relative moyenne du travail des entreprises ayant gagné ou perdu une grande part du marché et de celles ayant gagné ou perdu une petite part du marché

Variation de la part de marché (1988 à 1997)	Productivité relative du travail (PRT)		Δ PRT 1988 à 1997
	1988	1997	
Deux catégories			
• Petites gagnantes ou perdantes (variation moyenne et inférieure à la moyenne)	1,002	0,867	-0,135
• Grandes gagnantes (variation supérieure à la moyenne)	0,998	1,078	0,080

Il est possible de déterminer l'ampleur de la variation de la productivité du travail en employant la même technique que pour les variations de la part de marché. La productivité du travail se définit ici comme la valeur ajoutée totale divisée par l'emploi total. On la calcule pour chaque usine par rapport à la productivité du travail de son industrie. La productivité relative du travail variera à mesure qu'une usine gagnera augmentera son efficacité ou son utilisation du capital et d'autres intrants par rapport aux autres usines de son industrie.

Le tableau 3 présente la matrice de transition de la productivité relative du travail des usines persévérantes entre les années 1988 et 1997. La matrice, qui classe les établissements selon leur productivité relative du travail en 1988 et en 1997 et les divise en quartiles pour chacune des deux années, donne le pourcentage des établissements dont la position relative s'est améliorée,

n'a pas changé ou s'est détériorée. La productivité relative du travail se calcule pour la classe (code d'industrie à quatre chiffres) dont l'établissement faisait partie en 1988 et en 1997.

Comme en témoigne le tableau 3, les positions relatives changent beaucoup. Dans le cas des usines persévérantes, la moitié ont quitté le quartile inférieur et la moitié, le quartile supérieur. La moitié des usines qui, au départ, faisaient partie du quintile du haut et de celui du bas, s'y trouvaient toujours à la fin de la période. Le mouvement a été encore plus grand pour les usines des deux quartiles mitoyens, le tiers seulement s'y trouvant encore.

Tableau 3. Matrice de la transition de la productivité relative du travail des entreprises persévérantes (1988-1997)

Quartiles de la productivité relative du travail (1988)	Quartiles de la productivité relative du travail (1997)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
	Pourcentage des établissements			
Q1	49	23	18	10
Q2	28	33	24	15
Q3	15	29	31	25
Q4	9	12	28	51

Même si les remarques précédentes ont été axées sur la population permanente des établissements, il faudrait tenir compte du rôle des entrants et des sortants. Nous présentons à la figure 1 le pourcentage de nouvelles usines dans chacun des quartiles des parts de marché et des quartiles de productivité en 1997. Nous faisons la même chose à l'intérieur de la figure 2 à l'aide des quartiles de 1988 pour les usines qui ont fermé.

Bien que l'examen précédent ait porté sur la population des établissements persévérants, il ne faudrait pas passer sous silence le rôle des entrants et des sortants. Nous avons constaté que les quartiles de la productivité relative comptaient chacun presque autant de nouveaux établissements à la fin de la période, sauf le quartile supérieur, où ils étaient légèrement moins nombreux (figure 1). La part de marché suit une tendance semblable, mais moins prononcée. Plus de 40 % des établissements nés de 1988 à 1997 et toujours vivants au terme de la période faisaient partie des deux quartiles supérieurs en 1997. En fait, 17 % des entrants font partie du quartile supérieur. Autrement dit, après 10 ans, les entrants survivants ont quitté le bas de l'échelle de répartition selon la taille⁴.

Les établissements de la population de 1988 qui avaient disparu en 1997 proviennent également de tous les quartiles de l'échelle de répartition de 1988 selon la taille (figure 2), bien que les plus petits soient les plus susceptibles de fermer leurs portes. Le pourcentage des établissements de chaque quartile de la part de marché qui n'y étaient plus en 1997 varie de 63 % dans le quartile des plus petits établissements à 34 % dans celui des plus grands établissements. Les usines sortantes sont un peu plus susceptibles de faire partie du quartile le moins productif. Quelque 55 % des établissements du quartile le moins productif n'en faisaient plus partie, comparativement à 38 % de ceux du quartile le plus productif.

⁴ Pour d'autres données canadiennes sur l'importance des entrants dans ce processus, voir Baldwin et Gorecki (1991), Baldwin (1995, chapitre 9) et Baldwin (1996a).

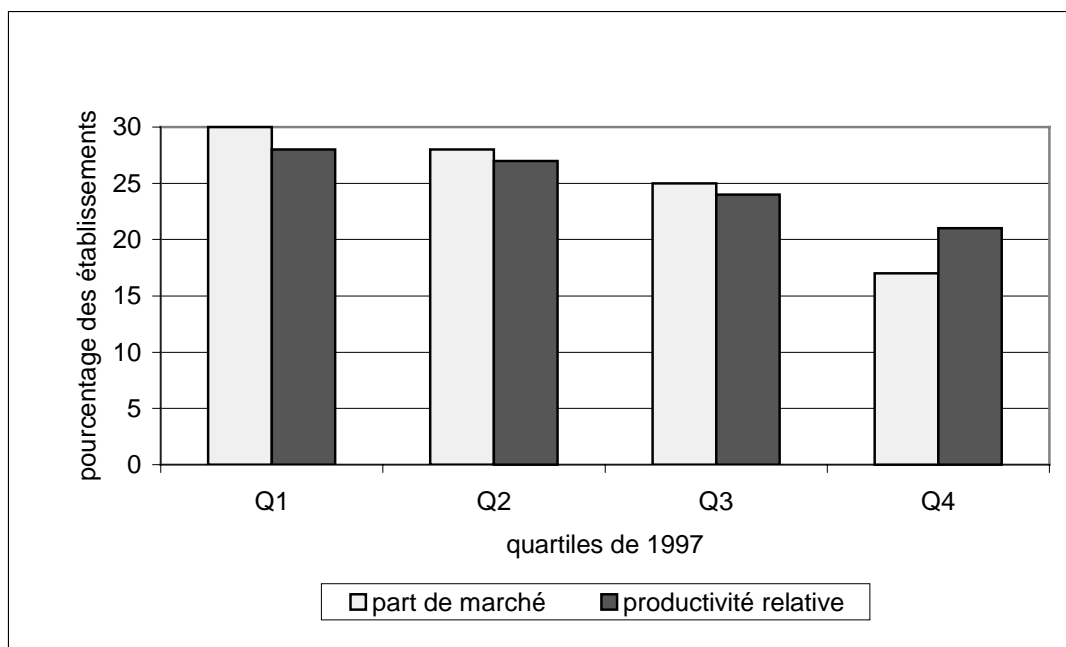
3. Succès, innovation et utilisation des technologies de pointe

Il y a bien des facteurs qui sous-tendent la croissance des entreprises et des usines; ces facteurs vont des capacités globales de gestion aux capacités opérationnelles, en passant par les capacités de commercialisation et de gestion des ressources humaines. Ces compétences internes constituent une part importante du capital d'une entreprise. Des auteurs de rapports d'études sur les entreprises ont axé leur attention sur l'existence d'un ensemble plus ou moins grand de compétences de base (Prahalad et Hamel, 1990). D'autres ont soutenu que les capacités dynamiques d'une entreprise qui lui permettent d'apprendre sont l'un des aspects clés du succès (Teece et d'autres, 1997). Dosi et Marengo (1994) ont souligné que les entreprises peuvent apprendre d'une foule de façons et que cet apprentissage est lié à différentes sources de capacités technologiques. Ces capacités dépassent le simple rendement sur le plan de la R-D et englobent des activités qui permettent à une entreprise d'assimiler de nouvelles données et d'y réagir rapidement et efficacement. On postule, en retour, que les avantages dans ce domaine sont reliés à des niveaux différents de rendement.

La première étude s'intéresse aux petites et moyennes entreprises (Baldwin, Chandler *et al.*, 1994). La deuxième scrute les facteurs derrière la croissance des nouvelles venues (Johnson, Baldwin et Hinchley, 1997). La troisième explore le lien entre les technologies de pointe utilisées par les usines en 1989 et la croissance de ces dernières (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Si les entreprises en croissance doivent accomplir bien des choses pour réussir, il est un facteur qui semble distinguer celles qui réussissent mieux de celles qui réussissent moins bien : l'innovation. En effet, il y a un lien constant entre l'innovation et les entreprises prospères en croissance (Baldwin, 1997; Baldwin et Johnson, 1998).

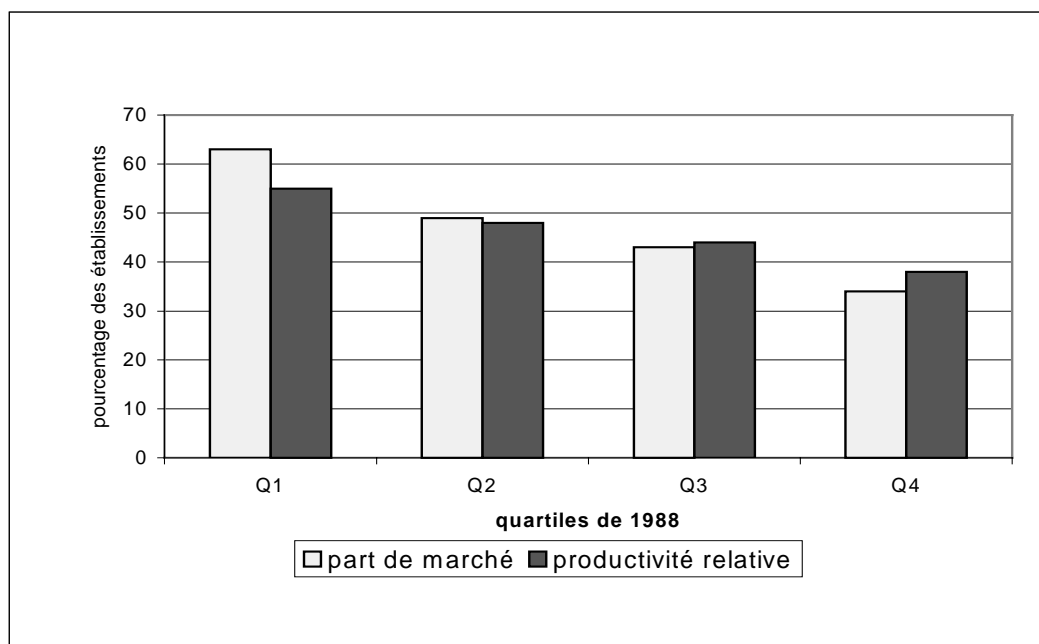
Figure 1. Productivité et part de marché des entrants



À l'aide de l'Enquête sur la croissance (ESC) et d'une mesure de la performance des entreprises définie comme la moyenne de la croissance de la part de marché, de la productivité du travail et de la rentabilité d'une entreprise par rapport à d'autres entreprises d'une industrie, nous divisons la population des entreprises généralement prospères (toutes les entreprises visées par l'étude avaient vu leur croissance augmenter en cinq ans) entre les plus prospères et les moins prospères et nous comparons les caractéristiques de chacune. Ce qui démarque les premières des secondes, c'est le degré d'innovation dans l'entreprise (Baldwin, 1996b). Les entreprises qui réussissent avaient tendance à mettre davantage l'accent sur la capacité et les dépenses de R-D. Elles donnaient généralement plus d'importance au développement de nouvelles technologies. Du côté de la production, elles étaient plus enclines à utiliser de nouveaux matériaux et à se doter de nouvelles stratégies dynamiques telles que le contrôle des processus et le contrôle de l'inventaire juste à temps. L'insistance des deux groupes sur les stratégies de R-D différait tout autant que l'intensité de leurs activités de R-D. Les entreprises les plus prospères étaient plus susceptibles d'avoir un service de R-D, d'utiliser les crédits d'impôt à la R-D et d'avoir breveté leurs innovations pour les protéger.

L'Enquête sur les pratiques opérationnelles et financières (EPOF) menée auprès des entrants (Johnson, Baldwin et Hinchley, 1997) donne un aperçu des compétences acquises par les nouvelles entreprises qui survivent jusqu'à l'adolescence. Elle aussi est liée à des données sur les ventes et la structure financière, lesquelles procurent une mesure de la performance de chaque survivante. Comme l'a révélé l'étude des petites et moyennes entreprises en croissance, il y a eu un lien étroit entre le succès et l'innovation. Les entrants à croissance rapide étaient deux fois plus susceptibles d'investir dans la R-D et la technologie. Ils étaient aussi plus susceptibles d'introduire de nouveaux produits et de cibler de nouveaux marchés étrangers (Baldwin et Johnson, 1999). Mais les entreprises à croissance rapide étaient aussi plus portées à mettre l'accent sur la formation et le recrutement d'employés qualifiés et la prestation de programmes de rémunération au rendement (Baldwin, 2000).

Figure 2. Productivité et part de marché des sortants



Les résultats de l'ESC et de l'EPOF menée auprès des entrants, obtenus à partir des données sur l'importance que les entreprises accordaient aux stratégies et aux activités innovatrices, sont corroborés par une autre étude fondée sur les données relatives à l'utilisation de technologies de pointe par les usines. L'Enquête sur la technologie de la fabrication de 1989 décrit le degré d'utilisation par les usines du secteur manufacturier de technologies de pointe dans les différents domaines fonctionnels que l'entreprise doit maîtriser : la fabrication et l'assemblage, l'inspection et les communications, l'intégration et le contrôle et la conception et l'ingénierie. Les données de cette enquête de 1989 sur l'utilisation des technologies portent sur la performance des usines durant les années 1980. La performance se mesure au moyen de renseignements sur les ventes, la productivité du travail et les taux de salaire de l'usine. Les usines qui utilisent des technologies de pointe depuis 1988, sont alors comparées à celles qui n'en utilisent pas pour savoir si la part de marché, la productivité et les taux de salaire augmentaient plus rapidement dans le premier groupe (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

Les usines qui utilisent des technologies de pointe ont accru leur part de marché par rapport aux non-utilisatrices. Celles qui en emploient dans le domaine de la fabrication et de l'assemblage ont enregistré une croissance supérieure à la plupart des autres. Cette croissance est également assez élevée pour les utilisatrices complexes de technologies, c'est-à-dire pour les usines qui allient les technologies avancées de plusieurs groupes fonctionnels (conception, fabrication, communications et intégration et contrôle).

Les usines qui avaient réussi à incorporer des technologies de pointe dans leur processus de production en 1989 avaient également vu leur productivité du travail s'accroître par rapport à celle des non-utilisatrices au cours des dix années précédentes, alors qu'on adoptait des technologies de pointe. Les usines qui ont intégré des technologies de pointe de plusieurs domaines ont enregistré la plus forte croissance de leur productivité. Cette augmentation de la productivité relative du travail s'est accompagnée d'une hausse de la rémunération relative payée aux travailleurs de la production.

Bref, les trois études constatent que les entreprises qui ont réussi à croître plus rapidement ont également *développé* certaines compétences innovatrices qui les ont distinguées de celles à croissance moins rapide. Les écarts de compétences technologiques ont eu le même effet. Il n'est pas surprenant qu'il y ait un lien entre les compétences innovatrices et les compétences technologiques. Quelque 53 % des répondants à l'*Enquête sur les innovations et les technologies de pointe de 1993* qui avaient répondu avoir introduit des technologies de pointe avaient en même temps introduit un nouveau produit ou processus.

Ces conclusions, fondées sur des preuves empiriques rassemblées par des Canadiens, sont confirmées par les résultats de recherches ayant porté sur l'expérience d'autres pays. Stoneman et Kwon (1996), Rischel et Burns (1997), Ten Raa et Wolff (1999) et Van Meijl (1995) ont constaté l'existence d'une relation positive entre l'utilisation des technologies de pointe et un rendement supérieur dans les entreprises.

Pour savoir si le même type de rapport entre le rendement du marché et l'utilisation des technologies de pointe existait au Canada durant les années 1990, nous examinerons le lien entre la croissance de la part de marché des usines, la croissance de la productivité et l'utilisation de

technologies de pointe durant cette période. La croissance se définit comme la variation de la part de marché de 1988 à 1997, une période de 10 ans précédant la tenue de l'enquête, en 1998. Pour corriger les effets de l'industrie, la croissance a été définie en termes de part de marché, le calcul se faisant au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres de la CTI de 1980. Dans le même ordre d'idées, la productivité des usines se calcule par rapport à la moyenne des entreprises des industries codées à quatre chiffres. La productivité se définit comme la productivité du travail⁵ et sera affectée tant par les variations de l'intensité du capital que les progrès technologiques

Dans ce qui suit, nous comparons le rendement des usines au cours des années 1990 à leur profil technologique à la fin de la période. Nous avons constaté que le rendement de la productivité est le même chez les usines en croissance que chez celles en déclin au début de la période à l'étude, mais que des différences émergent durant celle-ci. Cela montre que les entreprises essaient d'autres technologies de pointe et que le marché récompense celles qui ont choisi les bonnes et qui ont réussi à les faire fonctionner correctement. À la fin de toute période se manifestent des différences de productivité entre celles qui ont accru leur part de marché et celles qui ont vu la leur s'effriter. C'est pourquoi la présente étude se penche sur les différences d'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période et sur les variations de la part de marché et de la productivité relative du travail par rapport à la période précédente.

Comme nous l'avons indiqué, cette procédure va nous montrer si l'utilisation de technologies de pointe est associée à l'amélioration de la performance. Elle ne peut vérifier comment les changements quant à l'utilisation de la technologie affecte la performance. Bien entendu, il est probable que les variations de l'utilisation de technologies de pointe à la marge aient de l'importance—quoiqu'il nous faille, pour déterminer l'importance de celles-ci (l'objet d'une autre étude; Baldwin et Sabourin, 2002), une base de données longitudinale comparant les variations au fil du temps de l'utilisation de technologies de pointe.

Dans le présent document, nous avons fait l'essai de mesures de la performance pour deux périodes. La première couvrait les sept années 1990-1997 et la seconde, les dix années 1988-1997. Toutes deux ont donné les mêmes résultats qualitatifs, mais ces résultats étaient plus significatifs sur la plus longue période et nous en faisons état. Cela nous conforte dans l'hypothèse d'un lent changement, à savoir que les effets de l'utilisation de technologies de pointe ne se manifestent pas tout de suite. L'effet de l'utilisation des nouvelles technologies de pointe tarde à se manifester parce qu'il faut intégrer de nouvelles machines au processus de production. Il faut souvent mettre au point de nouvelles techniques et pratiques commerciales pour augmenter le succès des nouvelles technologies. Par exemple, les usines doivent employer des méthodes d'ingénierie concurrentes si elles veulent utiliser avec succès les technologies de conception et d'ingénierie de pointe⁶. Les pratiques commerciales de pointe entraînent des changements organisationnels et sont longues à mettre en œuvre.

⁵ Définie comme la valeur ajoutée totale au recensement des opérations manufacturières divisée par l'emploi total des travailleurs salariés et de la production.

⁶ La relation entre ces pratiques et la technologie a fait l'objet d'un examen plus approfondi dans une étude récente sur l'utilisation des technologies dans le secteur de la transformation des aliments (Baldwin, Sabourin et West, 1999).

4. Source des données pour l'utilisation de technologies de pointe

Nous nous attardons dans le présent document à l'adoption d'un ensemble de technologies de pointe basées sur la technologie des ordinateurs microélectroniques. Les technologies informatisées ont pénétré tous les recoins du processus de production. La conception et l'ingénierie assistées par ordinateur sont utilisées aux premiers stades. Les machines commandées par ordinateur interviennent dans le processus de fabrication et d'assemblage. Les ordinateurs soutiennent le processus de communication et d'inspection. Ils sont un élément clé du processus de collecte des matières. Ils aident à planifier les besoins de matières. S'ils ont stimulé le développement de composantes individuelles, les ordinateurs jouent également un rôle clé dans l'intégration et le contrôle des diverses parties du processus manufacturier.

L'effet des ordinateurs ne tient pas qu'à l'ubiquité de l'ordinateur autonome. Il est vrai que certains aspects de la conception et de l'ingénierie dépendent de l'ordinateur autonome, mais les logiciels sont tout aussi importants à ce chapitre. Qui plus est, les puces et les ordinateurs sont de plus en plus imbriqués aux machines. Tout comme le moteur électrique s'est transformé d'un appendice à une composante des machines, les ordinateurs font maintenant partie intégrante d'appareils tels que les robots et les systèmes de fabrication flexibles.

Dans la présente étude, nous utilisons les résultats de l'*Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998*, menée par Statistique Canada, pour mesurer le degré d'intégration des technologies de pointe au processus de production. L'enquête s'appuie sur une base de sondage d'établissements manufacturiers canadiens tirée du Registre des entreprises de Statistique Canada. L'échantillon a été prélevé au hasard à même une population d'établissements manufacturiers stratifiée selon l'industrie et la taille. Ont été exclus de la population cible les établissements et les usines de moins de 10 employés du secteur de la transformation des aliments (Sabourin et Beckstead, 1999). Le taux de réponse global de l'enquête a été de 98 %.

En plus de questions sur l'utilisation de technologies, l'enquête posait aux répondants des questions sur les caractéristiques générales de l'entreprise et de l'établissement, la recherche et le développement, l'utilisation de pratiques commerciales de pointe, les besoins de compétences de même que les avantages de l'adoption des technologies de pointe et les obstacles à celles-ci.

L'enquête énumérait 26 technologies de pointe utilisées dans de nombreux domaines fonctionnels. Cela allait des techniques assistées par ordinateur appliquées à la conception et à l'ingénierie aux robots employés dans la fabrication et l'assemblage en passant par les réseaux informatiques utilisés pour communiquer et contrôler. Pour les besoins de la présente étude, les technologies de pointe couvertes par l'enquête sont divisées en trois groupes de technologies de l'information et des communications (TIC) : i) les logiciels; ii) les communications en réseau; iii) le matériel. Dans notre étude antérieure (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1996), nous avons constaté que les usines qui ont recours aux technologies des communications ont fait particulièrement bonne figure au cours des années 1980. Dans une étude récente, Ten Raa et Wolff (1999) ont également relevé un lien positif entre l'utilisation de TIC et la croissance de la productivité. Van Meijl (1995) soutient que cela découle surtout d'externalités associées à l'adoption de TIC.

Les groupes de TIC, leurs technologies de pointe constituantes et leurs taux d'adoption sont fournis au tableau 4. Huit technologies de pointe appartiennent au groupe des logiciels : la conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO); la CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO); les technologies de modélisation et de simulation; la planification des ressources de fabrication (PRF); la production assistée par ordinateur (PAO); les systèmes d'acquisition et de contrôle des données (SACD); l'utilisation des données d'inspection pour le contrôle de la production; et les logiciels à base de connaissance.

Cinq technologies de pointe appartiennent au groupe des communications en réseau : l'échange électronique de fichiers CAO; le réseau local pour les besoins de l'ingénierie ou de la production; les réseaux informatiques élargis; les réseaux informatiques interentreprises; et le contrôle numérique à distance des procédés de l'usine.

Dix technologies appartiennent au groupe du matériel : les systèmes de fabrication flexibles; les dispositifs de commande programmables; les robots munis ou dépourvus de capteurs; les systèmes de prototypage rapide; l'identification des pièces pour l'usinage automatique; les systèmes automatisés de stockage; les systèmes de vision artificielle servant à l'inspection et à la mise à l'essai; les autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai; et les ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine.

Trois des 26 technologies de pointe particulières—les lasers utilisés dans le traitement des matériaux, l'usinage à grande vitesse et les technologies de grande précision dimensionnelle—ont été exclues de l'analyse.

Les trois groupes de TIC présentent des taux d'adoption semblables. Soixante-cinq pour cent des établissements manufacturiers utilisent au moins une des huit technologies logicielles énumérées dans l'enquête, alors que 59 % utilisent au moins une des cinq technologies de communication en réseau et que 57 % emploient au moins une des 10 technologies matérielles.

Les technologies de conception assistée par ordinateur dominent la catégorie des logiciels. Près de la moitié des usines ont adopté au moins une technologie de conception et d'ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO), le tiers environ utilisant au moins un appareil de CAO/IAO.

Les usines utilisent une variété de technologies de communication en réseau de pointe—réseaux locaux, réseaux élargis et réseaux interentreprises.

Les technologies matérielles les plus souvent signalées sont les dispositifs de commande programmables et les ordinateurs de contrôle de l'usine.

Afin de comparer l'utilisation de technologies et la performance des usines, nous mesurons l'utilisation de technologies de pointe de plusieurs façons dans la présente étude. Nous utilisons : i) l'incidence d'utilisation (l'utilisation d'au moins une technologie de pointe); ii) l'intensité d'utilisation (le nombre de technologies de pointe adoptées); et iii) des mesures de la complexité de l'utilisation (si l'on combine ou non des technologies de pointe de plus d'une catégorie). Les usines adoptent en moyenne deux technologies logicielles de pointe et environ une technologie de pointe et demie dans chacune des catégories des technologies de communication en réseau et des technologies matérielles (tableau 5).

Tableau 4. Adoption de technologies de l'information et des communications de pointe, 1998 (pourcentage des établissements utilisant la technologie)

TIC	Technologie particulière	En cours d'utilisation	Erreur-type
Logiciels	• N'importe quelle	65	1,3
	• Conception et ingénierie assistées par ordinateur (CAO/IAO)	44	1,4
	• CAO appliquée au contrôle des machines utilisées dans la fabrication (CAO/FAO)	36	1,4
	• Technologies de modélisation ou de simulation	17	1,1
	• Planification des ressources de fabrication (PRF)	21	1,0
	• Fabrication assistée par ordinateur	18	1,1
	• Système d'acquisition et de contrôle des données (SACD)	16	0,9
	• Utilisation des données d'inspection pour le contrôle de la production	26	1,2
	• Logiciels à base de connaissance	18	1,1
Communications	• N'importe quelle	59	1,4
	• Échange électronique de fichiers CAO	34	1,4
	• Réseau local pour les besoins de l'ingénierie ou de la production	36	1,3
	• Réseaux informatiques élargis	35	1,3
	• Réseaux informatiques interentreprises	29	1,2
	• Contrôle numérique à distance des procédés de l'usine	5	0,5
Matériel	• N'importe quelle	57	1,4
	• Systèmes de fabrication flexibles	15	1,0
	• Dispositifs de commande programmables	37	1,4
	• Robots munis de capteurs	8	0,7
	• Robots dépourvus de capteurs	7	0,6
	• Systèmes de prototypage rapide	5	0,6
	• Identification des pièces pour l'usinage automatique	18	1,0
	• Système automatisé de stockage	5	0,6
	• Systèmes de vision artificielle servant à l'inspection ou à la mise à l'essai	11	0,8
	• Autres systèmes automatisés munis de capteurs servant à l'inspection ou à la mise à l'essai	13	0,9
	• Ordinateurs exerçant un contrôle sur les activités de l'usine	31	1,3

Tableau 5. Incidence et intensité d'utilisation des TIC (1998) (erreurs-types entre parenthèses)

TIC	En cours d'utilisation	Nombre de technologies	Nombre de technologies dans le groupe
	(% des établissements)		
Logiciels	65 (1,3)	1,97 (0,05)	8
Matériel	57 (1,4)	1,49 (0,05)	10
Communications	59 (1,4)	1,40 (0,04)	5
Toutes	76 (1,2)	4,85 (0,12)	23

5. Performance et utilisation des TIC

À ce chapitre, nous étudions le degré d'utilisation des technologies de pointe selon le niveau de réussite des entreprises. Nous le faisons au moyen d'une analyse bivariée comparant différentes mesures de la performance à l'utilisation des technologies de pointe puis d'une analyse multivariée régressant les mesures de la performance en fonction de l'utilisation de technologies de pointe et d'un certain nombre d'autres caractéristiques des usines.

Pour les deux besoins, nous comparons la performance durant une période (1988-1997) à l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période (1998).

$$1) \Delta \text{PERF}_{t-\tau, t} = f(\text{Tech}_t)$$

Dans cette équation, $\Delta \text{PERF}_{t-\tau, t}$ est la variation de la performance d'une usine mesurée par rapport à diverses dimensions (productivité relative, part de marché, taux de salaire relatifs, rentabilité relative) durant la période $t-\tau$ à t et Tech_t est une mesure de l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période durant l'année t .

Étant donné que l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période n'est que la somme de l'utilisation de technologies de pointe au début de la période $\text{Tech}_{t-\tau}$ et de la variation de l'utilisation de technologies de pointe durant la période $\Delta \text{Tech}_{t-\tau, t}$, la première équation peut s'écrire comme suit :

$$2) \Delta \text{PERF}_{t-\tau, t} = f(\text{Tech}_{t-\tau} + \Delta \text{Tech}_{t-\tau, t})^7$$

On s'attend à ce que la performance économique ait un rapport avec la technologie au début de la période de même qu'avec les variations de l'utilisation de technologies de pointe durant la période.

Nous postulons que la performance au cours de toute période est fonction de l'utilisation de technologies de pointe au début de la période parce qu'un processus d'apprentissage accompagne l'introduction et l'utilisation de technologies de pointe. Les variations de la productivité du travail consécutives à l'adoption de technologies de pointe sont donc présumées se produire lentement au fur et à mesure que les chefs d'usine apprennent à les utiliser le plus efficacement possible. Puisque l'adoption de technologies de pointe ne produit pas de bénéfices ou de gains immédiats, leur utilisation exerce un effet décalé sur la performance.

De plus, nous prévoyons que les hausses d'utilisation de technologies de pointe durant la période y affectera la performance relative. Alors que tous les avantages reliés à l'adoption de technologies additionnelles ne seront pas ressentis immédiatement, certains le seront.

⁷ Le coefficient estimé d'une telle équation sera une moyenne pondérée des coefficients rattachés à $\text{Tech}_{t-\tau}$ et à $\Delta \text{Tech}_{t-\tau, t}$

La productivité relative du travail correspond à la valeur ajoutée totale divisée par l'emploi total pour l'établissement divisée par la même mesure calculée au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance de la productivité relative du travail est la différence entre la productivité relative du travail de fin de période et la productivité relative du travail de début de période.

La productivité du travail subit l'influence de nombreux facteurs—l'évolution technique d'une usine, son intensité de capital changeante, les changements organisationnels—intervenant dans le succès d'une entreprise. Nous utilisons cette mesure puisqu'il y a un lien entre tous ces facteurs, en particulier l'accumulation du capital, et la croissance de l'entreprise. Certains préféreraient que nous utilisions une mesure de la productivité totale des facteurs plutôt qu'une mesure de la productivité du travail parce qu'elle est généralement perçue comme une meilleure mesure du progrès technique, mais il vaut la peine de noter que les deux mesures sont étroitement apparentées. Quant la fonction production équivaut à une fonction Cobb-Douglas, la croissance de la productivité du travail est égale à la croissance de la productivité multifactorielle plus la croissance du ratio capital-travail fois la part du capital (voir Baldwin, Beckstead *et al.*, 2001). Par conséquent, les études empiriques obtiennent souvent des résultats similaires avec les deux mesures (Salter, 1966). De plus, les mesures de la productivité du travail sont fondamentalement plus précises que les mesures de la productivité totale des facteurs.

La croissance de la part de marché se mesure ici comme le total des livraisons d'un établissement par rapport au total des livraisons au niveau des codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance correspond à la différence entre les parts de marché de fin et de début de période.

La croissance de la rentabilité relative se calcule de façon semblable, sauf que la rentabilité des établissements correspond à la valeur des livraisons moins les traitements, les salaires et les matériaux, le tout divisé par la valeur des livraisons.

Les résultats bivariés de la relation entre la performance économique et l'adoption de technologies de pointe sont présentés au tableau 6. Trois mesures distinctes de la performance sont utilisées : la croissance de la productivité relative (colonne I), la croissance de la part de marché (colonne II) et la croissance de la rentabilité relative (colonne III) de 1988 à 1997. Dans chaque cas, les établissements sont divisés en deux groupes égaux, soit ceux dont la croissance est supérieure et ceux dont la croissance est inférieure à la médiane. On compare alors les différences d'adoption de technologies de pointe entre les deux groupes.

Les établissements de la moitié supérieure de l'échelle de répartition de la croissance de la productivité du travail sont plus susceptibles d'utiliser au moins une technologie de pointe. Ce résultat vaut également pour toutes les TIC : logiciels, matériel et communications. En outre, le pourcentage d'établissements qui utilisent cinq technologies de pointe ou plus et dix ou plus est plus élevé chez ceux faisant partie de la moitié supérieure de l'échelle de croissance de la productivité du travail que chez ceux de la moitié inférieure.

Les combinaisons de technologies de pointe utilisées diffèrent également entre les entreprises dont la productivité du travail est la plus forte. Les écarts les plus marqués s'observent du côté des usines qui utilisent les trois types de TIC. Les usines à croissance élevée sont nettement plus nombreuses, toutes proportions gardées, à adopter des TIC des trois types que les usines à croissance lente, l'écart étant de 15 points de pourcentage.

Enfin, l'intensité d'utilisation de technologies de pointe varie aussi. Les établissements connaissant la plus forte croissance de la productivité du travail adoptent en moyenne 5,9 technologies de pointe, comparativement à 4,7 pour les établissements à croissance lente. Des différences semblables s'observent entre les groupes de TIC.

Tableau 6. Lien entre la croissance de la performance (1988-1997) et l'adoption de technologies de pointe (1998)

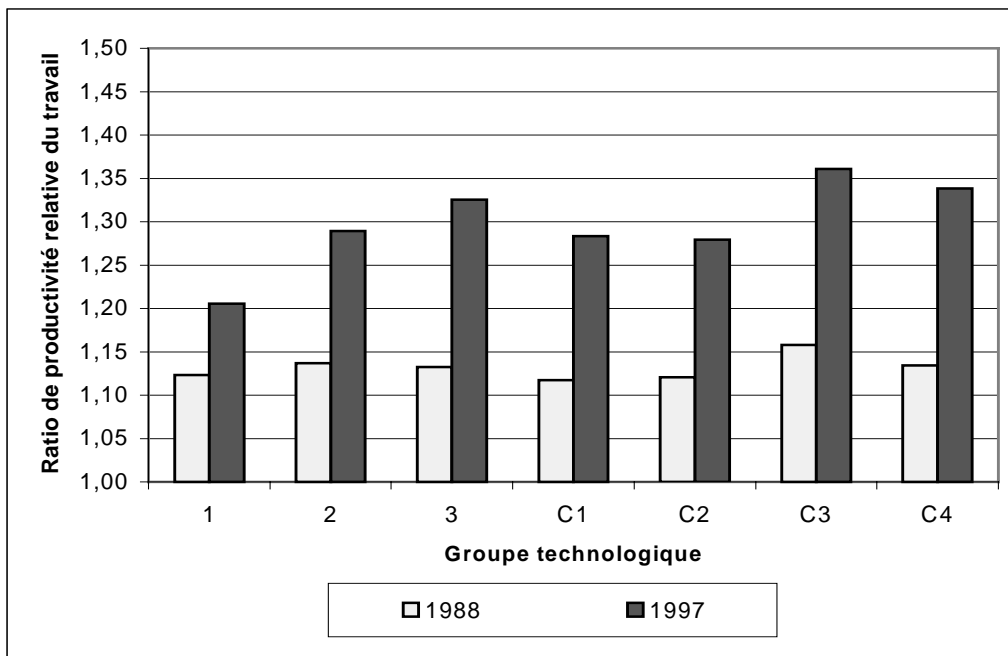
Adoption de technologies de pointe	Croissance de la performance ⁸ (1988-1997)					
	Productivité relative du travail (I)		Part de marché (II)		Rentabilité relative (III)	
	basse	Élevée	petite	grande	basse	élevée
	Pourcentage des établissements					
Utilisation de TIC						
• Logiciels	63	73	63	74	64	71
• Matériel	54	66	55	65	54	65
• Communications	58	69	57	71	59	68
• N'importe quelle	75	83	74	85	75	83
Utilisation multiple						
• 5 ou plus	42	55	40	58	43	53
• 10 ou plus	18	23	17	26	17	24
Utilisation de TIC combinées						
• Logiciels et matériel	46	59	46	59	47	58
• Logiciels et communications	50	63	51	64	52	61
• Matériel et communications	43	56	44	55	44	55
• Les trois combinaisons	39	54	40	53	41	52
	Nombre de technologies de pointe adoptées					
Nombre de TIC						
• Logiciels	1,9	2,3	1,8	2,5	2,0	2,3
• Matériel	1,4	1,8	1,4	1,9	1,4	1,9
• Communications	1,4	1,7	1,4	1,8	1,4	1,7
• Toutes	4,7	5,9	4,7	6,1	4,8	5,8

Nota : Toutes les différences signalées dans ce tableau sont statistiquement significatives au niveau de 5 %. En fait, la plupart le sont au niveau de 1 %.

⁸ La productivité du travail se définit comme la valeur ajoutée totale divisée par le nombre total d'employés. La rentabilité se définit comme les livraisons totales moins les matières moins les traitements et salaires divisées par les livraisons totales—la marge bénéficiaire.

Nous examinons également comment la productivité des utilisatrices et des non-utilisatrices de technologies de pointe a évolué avec le temps à partir d'une classification qui divise les usines en utilisatrices et en non-utilisatrices selon leur statut en 1998. Pour ce faire, nous calculons le ratio de la productivité moyenne des utilisatrices de technologies de pointe à la productivité moyenne des non-utilisatrices de technologies de pointe en 1998 et en 1997, puis nous représentons graphiquement cette relation à la figure 3⁹. Nous répétons l'exercice pour chaque groupe de technologies—logiciels, matériel et communications—puis pour quatre combinaisons—logiciels et matériel (C1), logiciels et communications (C2), matériel et communications (C3) et les trois (C4). Les utilisatrices de technologies de pointe ont accru leur avantage productif par rapport aux non-utilisatrices, et ce, pour toutes les mesures utilisées, en particulier lorsque cela implique l'utilisation de technologies de communication en réseau seules ou combinées à d'autres types de technologies de pointe. Les taux les plus élevés d'augmentation de la productivité relative s'observent dans le groupe des communications en réseau, dans celui du matériel et des communications et dans celui des trois types de TIC. Il s'agit là des mêmes résultats que ceux de notre étude antérieure (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995), selon lesquels les gains de productivité relative les plus importants à s'être produits durant les années 1980 ont été enregistrés dans les usines qui avaient adopté des technologies de communication de pointe seules ou combinées à d'autres TIC.

Figure 3. Productivité relative des utilisatrices et des non-utilisatrices de technologies de pointe : 1988 vs 1997



<u>Numéro du groupe</u>	<u>Groupe technologique</u>	<u>Numéro du groupe</u>	<u>Groupe technologique</u>
1	Logiciels	C1	Logiciels et matériel
2	Matériel	C2	Logiciels et communications
3	Communications	C3	Matériel et communications
		C4	Logiciels, matériel et communications

⁹ Le ratio se calcule comme la somme de la valeur ajoutée de toutes les usines utilisatrices de technologies divisée par la somme de l'emploi dans une catégorie divisée par le même ratio pour les non-utilisatrices de technologies.

Quand les usines sont divisées à la médiane par la croissance de la rentabilité (définie comme la croissance de la marge bénéficiaire)¹⁰ de 1988 à 1997, nous constatons également des différences significatives dans l'incidence d'utilisation des technologies de pointe, le nombre de technologies utilisées et le degré d'utilisation conjointe de technologies logicielles, matérielles et de communication (tableau 6, colonne III). Les usines dont la rentabilité augmente fortement adoptent en moyenne 20 % de plus de technologies de pointe que les usines dont la rentabilité augmente faiblement, soit 5,8 comparativement à 4,8. Ces différences s'appliquent également à l'incidence d'utilisation, les plus marquées s'observant du côté des technologies matérielles et de communication en réseau.

Quand nous utilisons la croissance de la part de marché pour diviser l'échantillon en deux, nous obtenons des résultats semblables. Les usines qui enregistrent la plus forte croissance de leur part de marché sont aussi plus susceptibles d'adopter davantage de technologies de pointe de chaque groupe.

6. Différences selon l'industrie

La croissance de la productivité varie selon l'industrie (Baldwin, Beckstead *et al.*, 2001). Pour savoir si les différences nationales présentées au tableau 6 s'appliquent également à la plupart des industries, nous répétons les totalisations bivariées des tableaux 7 et 8 au niveau des codes d'industrie à deux chiffres. Nous divisons, industrie par industrie, les établissements entre ceux dont la productivité relative augmente faiblement et ceux dont elle progresse rapidement en utilisant la valeur médiane comme ligne de partage. La croissance de la productivité se calcule comme l'écart entre la productivité relative de l'établissement la dernière année et sa productivité relative la première année.

Aux fins de cette opération, il faudrait noter que l'enquête n'a pas été conçue afin de fournir des résultats très exacts pour les sous-secteurs des industries faisant aux présentes l'objet d'un examen. Nous ne pouvons donc que rechercher des similarités sous forme de différences entre les industries et nous devrions nous attendre à ce que beaucoup de ces différences, même si elles sont réelles, ne soient pas statistiquement significatives.

Le tableau 7 donne le pourcentage d'usines de chaque groupe qui utilisent un type particulier de technologies de pointe. Par exemple, dans l'industrie de la première transformation des métaux, 49 % des usines à faible croissance avaient adopté au moins une des technologies matérielles de pointe en 1997, ce qu'avaient fait 88 % des usines à forte croissance, ce qui représente un écart de près de 40 points de pourcentage. Le lien national observé entre l'utilisation de technologies de pointe et la croissance de la productivité dans le groupe du matériel est significatif dans les produits chimiques et le pétrole, la fabrication des produits métalliques, les meubles et articles d'ameublement, la première transformation des métaux et l'imprimerie et l'édition, bien qu'il y ait également des différences positives assez prononcées du côté des produits en caoutchouc et en matière plastique, ainsi que de la machinerie industrielle. Un plus grand nombre d'industries

¹⁰ La rentabilité se définit comme la valeur des livraisons moins les traitements et salaires moins les matières divisée par la valeur des livraisons.

affichent des différences positives dans le groupe des technologies de communication en réseau, mais elles ne sont souvent pas statistiquement significatives.

Substituer la croissance de la part de marché à la croissance de la productivité nous permet de constater des résultats plus probants au tableau 8. Sauf dans l'industrie du papier et dans celles des produits en caoutchouc et en matière plastique, l'augmentation de la croissance de la part de marché va de pair avec des taux supérieurs d'adoption de technologies de pointe dans tous les groupes technologiques. Près d'un tiers de ces différences sont statistiquement significatives. Elles sont positives et atteignent leur signification maximale dans l'industrie de la machinerie industrielle, les « autres » industries manufacturières et les textiles pour les technologies logicielles, dans les produits chimiques et le pétrole et dans la première transformation des métaux pour les technologies matérielles et dans la fabrication des produits métalliques, l'imprimerie et l'édition, et les textiles pour les technologies de communication. L'on n'associe de faibles accroissements de la part de marché à des taux élevés d'adoption que dans l'industrie du papier. Cela signifie peut-être simplement que les technologies de pointe choisies pour l'Enquête sur les technologies de pointe dans l'industrie canadienne de la fabrication de 1998 s'appliquent moins à cette industrie¹¹. L'utilisation de cinq technologies de pointe ou plus est associée à des écarts significatifs dans sept industries : les produits chimiques et le pétrole, la fabrication des produits métalliques, la machinerie industrielle, le papier, la première transformation des métaux, l'imprimerie et l'édition, et les textiles.

¹¹ Une enquête spéciale (voir Baldwin, Sabourin et West, 1999) a été réalisée dans le secteur de la transformation des aliments après qu'on eut découvert qu'il fallait élargir l'enquête générique de 1989 sur les technologies de pointe pour tenir compte de la conjoncture spéciale de ce secteur.

Tableau 7. Croissance de la productivité relative du travail selon la technologie et selon l'industrie

Industrie	Logiciels		Matériel		Communications		N'importe quelle technologie de pointe		Cinq technologies ou plus	
	Faible Δ RLP	Forte Δ RLP	Faible Δ RLP	Forte Δ RLP	Faible Δ RLP	Forte Δ RLP	Faible Δ RLP	Forte Δ RLP	Faible Δ RLP	Forte Δ RLP
	(pourcentage des établissements)									
• Produits chimiques et pétroliers	60	68	60**	75**	65**	80**	79	86	42***	63***
• Produits électriques et électroniques	91*	80*	75	64	84	83	91	85	68	74
• Fabrication des produits métalliques	75*	91*	51**	75**	64	80	84	95	48	68
• Meubles	44	59	30**	69**	42	53	44	71	22*	49*
• Machinerie industrielle	67	88	61	74	69	82	76	88	51	70
• Produits minéraux non métalliques	64**	42**	67	52	52	38	75	59	51**	30**
• Autres	65	61	47	50	58	51	71	75	38	35
• Papier	85	75	86	84	85	58	97	84	63	59
• Première transformation des métaux	59	87	49**	88**	59	87	59	88	58	70
• Imprimerie et édition	44*	63*	29**	51**	61	75	65**	84**	20***	44***
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	57**	80**	61	78	58*	80*	72**	94**	40*	62*
• Textiles	47**	66**	50	52	37***	61***	60*	75*	29**	46**
• Transports	76	80	67	68	68	74	82	81	58	71
• Bois	56	55	63	58	38	52	79	76	35	31
• TOUTES	63***	73***	54***	66***	58***	69***	75***	83***	42***	55***

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Tableau 8. Croissance de la part de marché selon la technologie et selon l'industrie

Industrie	Logiciels		Matériel		Communications		N'importe quelle technologie		Cinq technologies ou plus	
	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS	Petite ΔMS	Grande ΔMS
	(pourcentage des établissements)									
• Produits chimiques et pétroliers	60	69	61**	74**	67*	79*	79	87	45*	59**
• Produits électriques et électroniques	87	83	63*	80*	85	82	89	87	70	73
• Fabrication des produits métalliques	76	90	54	68	58***	88***	84	95	39***	79***
• Meubles	50	48	42	49	46	45	56	49	28	40
• Machinerie industrielle	69**	94**	58*	83*	71	83	75*	94*	48***	83***
• Produits minéraux non métalliques	52	58	53	69	36*	57*	62	76	35	48
• Autres	54**	75**	41	58	48	63	63**	86**	31	44
• Papier	85	76	100**	74**	77	66	100	82	77*	49*
• Première transformation des métaux	69*	94*	64**	95**	69*	94*	69*	95*	56**	94**
• Imprimerie et édition	47	62	35	46	60**	80**	67**	85**	24**	44**
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	72	61	71	66	64	70	82	80	46	52
• Textiles	49**	66**	47	57	37***	66***	60**	78**	29**	49**
• Transports	73	85	64	73	69	74	76*	90*	61	69
• Bois	53	60	62	59	47	40	77	78	33	35
• TOUTES	63***	74***	55***	65***	57***	71***	74***	85***	40***	58***

Nota : *** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

7. Analyse multivariée

7.1 Modèle

Dans la présente section, nous utilisons un cadre multivarié pour examiner le lien entre l'utilisation de technologies de pointe et plusieurs mesures de la performance commerciale des usines du secteur de la fabrication. Ces mesures sont la croissance de la productivité relative, le taux de salaire relatif moyen, la rentabilité relative ainsi que la croissance de la part de marché et de l'emploi.

L'analyse d'une équation qui estime les corrélats de la croissance de la productivité et d'une autre qui examine les corrélats de la croissance de la part de marché renferme deux grandes composantes. Les régressions que nous avons estimées étaient les suivantes :

$$1) \text{ PRODGRTH} = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{TECH} + \alpha_2 * \text{SIZE8} + \alpha_3 * \text{FOREIGN} + \alpha_4 * \Delta \text{CAPINT} \\ + \alpha_5 * \text{LABPROD88} + \alpha_6 * \text{R\&D} + \alpha_7 * \text{INNOV} + \alpha_8 * \text{BUS} \\ + \alpha_9 * \text{REGION}$$

$$2) \text{ SHARGRTH} = \beta_0 + \beta_1 * \text{TECH} + \beta_2 * \text{SIZE88} + \beta_3 * \text{FOREIGN} + \beta_4 * \Delta \text{CAPINT} \\ + \beta_5 * \text{LABPROD88} + \beta_5 * \Delta \text{LABPROD} + \beta_5 * \text{MKTSHR88} \\ + \beta_8 * \text{R\&D} + \beta_9 * \text{INNOV} + \beta_{10} * \text{BUS} + \beta_{11} * \text{REGION}$$

- où *PRODGRTH* mesure la croissance de la productivité relative du travail d'une usine.
SHARGRTH mesure la croissance de la part de marché d'une usine.
TECH mesure l'utilisation de technologies de pointe par l'établissement.
SIZE88 mesure l'effectif de l'usine durant la période d'ouverture.
FOREIGN indique si un établissement est sous contrôle étranger ou non.
ΔCAPINT indique l'intensité de capital d'une usine selon les variations de sa rentabilité.
LABPROD88 mesure les niveaux de productivité du travail durant la période d'ouverture.
ΔLABPROD mesure les variations de la productivité relative du travail au fil du temps.
MKTSHR88 mesure la part de marché durant la période d'ouverture.
R&D indique si un établissement fait de la R-D ou non.
INNOV traduit divers aspects de l'innovation d'une usine.
BUS indique dans quelle mesure une usine emploie des pratiques commerciales de pointe.
REGION rend compte de tout effet régional.

7.1.1 Croissance de la productivité

La première équation examine la croissance de la productivité relative de 1988 à 1997. Nous postulons que la croissance de la productivité relative est fonction de l'utilisation de technologies de pointe à la fin de la période. L'utilisation des technologies de pointe de fin de période sert d'indicateur que l'usine a appris à travailler avec les procédés technologiques innovateurs. Nous mesurons l'utilisation de technologies de pointe au moyen d'un certain nombre de variables technologiques mutuellement exclusives, de plus en plus exhaustives et, par conséquent,

sophistiquées. L'utilisation de l'un, et seulement d'un, des trois types de technologies de communication de pointe—logiciels, matériel et communications—se mesure au moyen d'un ensemble de trois variables technologiques binaires. Quatre autres variables mesurent l'utilisation de combinaisons de TIC—logiciels et matériel, logiciels et communications, matériel et communications et, la plus sophistiquée de toutes, l'utilisation des trois types.

Des études antérieures (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995) ont constaté qu'en 1989, il suffisait d'utiliser un seul groupe technologique particulier (fabrication, conception et ingénierie ou communications) pour différencier les usines les unes des autres selon leur performance, mais également que les usines qui combinaient des technologies de pointe de différents domaines avaient la meilleure performance. Étant donné que nous mesurons l'utilisation des technologies de pointe dix ans plus tard en 1998 et que, l'année suivante, une foule d'autres usines avaient adopté au moins une technologie de pointe, nous prévoyons que les variables de l'utilisation d'une technologie unique auront moins d'effet sur la performance des usines au cours des années 1990. Mais nous formulons l'hypothèse que les usines qui combinent des technologies de pointe de différents domaines verront leur productivité connaître la plus forte croissance durant les années 1990.

La croissance de la productivité sera sans doute aussi fonction de l'utilisation de technologies de pointe dans la mesure où il y a un lien entre cette utilisation et l'accroissement de l'intensité du capital. Pour apporter les corrections nécessaires, nous incluons également l'augmentation de la rentabilité relative d'une usine (son ratio profit/ventes), car il y devrait y avoir en moyenne un corrélat étroit entre la mesure de la rentabilité et l'intensité du capital.

La taille de l'usine a été incluse pour rendre compte de l'accroissement des capacités financières et informationnelles souvent associé aux grands établissements. Les grandes usines ont tendance à investir davantage dans de l'équipement neuf et de nouvelles immobilisations, ce qui tend à favoriser la croissance. Les données sur l'emploi ont servi à jauger les effets de la taille.

Nous incluons la productivité durant la période initiale pour pouvoir faire une régression vers la moyenne. Des études antérieures (Baldwin, 1995) et les tableaux contenus dans la première section du présent document signalent que les usines ont tendance à régresser vers la moyenne durant la période.

La nationalité des propriétaires d'une usine est incluse puisque les multinationales sont considérées comme des joueurs importants dans la diffusion mondiale des technologies de pointe (Caves, 1982). Des travaux antérieurs révèlent que la productivité du travail des usines sous contrôle étranger s'est accrue plus fortement que celle des usines sous contrôle canadien (Baldwin et Dhaliwal, 2001). Les multinationales ont généralement l'avantage de la taille, de l'expertise et des ressources financières. La nationalité du contrôle se mesure dans la présente étude par une variable binaire prenant un comme valeur si l'établissement est sous contrôle étranger et zéro s'il est sous contrôle canadien.

Nous utilisons également une variable binaire indiquant si l'usine a déclaré ou non faire de la R-D. Nous procédons ainsi pour deux raisons.

Premièrement, en raison des preuves découlant d'études précédentes sur l'effet de la R-D sur la productivité (Lichtenberg et Siegel, 1991; Hall et Mairesse, 1995; Dilling-Hansen et col., 1999), ce qui nous intéresse par nature, c'est de savoir si l'activité de R-D influence la tenue de la productivité une fois qu'on a tenu compte de la combinaison des technologies.

Deuxièmement, l'inclusion de cette variable vise à réduire les effets fixes du problème économétrique. Les écrits économétriques dépensent beaucoup d'énergie à craindre que les équations telles que l'équation 1 ne produisent des estimations biaisées des paramètres qui accompagnent les variables indépendantes si l'on omet des effets fixes corrélés aux variables incluses. Une bonne partie de nos travaux antérieurs sur les caractéristiques des entreprises nous permettent de croire qu'il s'agit vraisemblablement là d'un problème. Fondamentalement, les entreprises se divisent entre celles qui innovent et se concentrent sur un grand nombre de domaines fonctionnels, comme les ressources humaines ou les capacités de marketing (Baldwin et Johnson, 1996, 1998, 1999), et celles qui ne le font pas. Puisqu'il y a sans doute un puissant corrélat entre l'utilisation de technologies de pointe et le degré d'innovativité de l'entreprise, une régression qui n'emploie que l'utilisation de technologies de pointe risquera d'attribuer l'effet d'un grand nombre d'activités à cette seule utilisation. La corrélation entre l'utilisation des technologies et la productivité peut simplement refléter le fait que les entreprises au rendement supérieur font davantage usage des nouvelles technologies et font beaucoup d'autres choses également (voir McGuckin et col., 1998).

Pour résoudre cette difficulté, nous incluons trois variables différentes témoignant du degré d'innovativité d'une usine. La première variable d'innovativité nous dit si la R-D se fait continuellement à l'usine même ou dans une usine associée. Les études antérieures démontrent que les entreprises qui font continuellement de la R-D sont plus susceptibles d'innover que celles qui n'en font qu'à l'occasion (Baldwin et Hanel, 2002).

La deuxième variable mesure l'importance accordée à un certain nombre de stratégies qui reflètent des aspects de l'innovation différents de l'orientation R-D d'une usine. Dans le cadre de l'enquête sur les technologies, les directeurs d'usine évaluaient sur une échelle Likert de 1 (faible importance) à 5 (grande importance) points l'importance de la mise au point de nouveaux produits, de la pénétration de nouveaux marchés, de l'utilisation de nouveaux matériaux, de la formation technique continue et du recours à des équipes. Des variantes de ces questions ont été utilisées précédemment dans l'Enquête sur la croissance et l'Enquête sur les pratiques opérationnelles et financières pour départager les entreprises les plus innovatrices des moins innovatrices¹². Dans ce cas-ci, nous mesurons directement le phénomène avec la question sur les nouveaux produits, mais nous l'appréhendons aussi indirectement par un examen des stratégies de ressources humaines. Il y a un lien étroit entre l'innovation et une stratégie de formation (Baldwin, 1999). Se concentrer sur les nouveaux matériaux implique de l'innovation. Mettre l'accent sur de nouveaux marchés est essentiel à toute stratégie d'innovation. La variable incluse dans la régression estimée est la moyenne des réponses données aux cinq questions d'enquête énumérées ci-dessus.

¹² Voir Baldwin, Chandler *et al.* (1994) et Johnson, Baldwin et Hinchley (1997).

La troisième variable mesure l'importance qui est accordée à une série de pratiques commerciales de pointe dont on a constaté ailleurs le lien étroit avec l'adoption de technologies de pointe (Baldwin, Sabourin et West, 1999). Ces pratiques comprennent les équipes multifonctionnelles de concepteurs, la conception technique, l'ingénierie concurrente, l'amélioration continue (c.-à-d. la GQT), l'analyse comparative, l'attestation de l'usine (c.-à-d. ISO 9000), l'accréditation des fournisseurs, le contrôle de l'inventaire juste à temps, le contrôle statistique des processus, la gestion électronique des bons de commande, la simulation des processus, la planification des ressources de distribution et le déploiement de la fonction qualité. Bon nombre de ces pratiques sont requises pour tirer le meilleur des technologies de pointe. Par exemple, l'ingénierie concurrente complète les systèmes de CAO et permet aux usines de mieux exploiter les capacités de ces nouvelles technologies. Cela nous permet ensuite de mieux distinguer les usines bien gérées de celles qui ne le sont moins bien. Pour les besoins de l'analyse statistique, nous utilisons une variable qui mesure le nombre de ces pratiques en cours dans les usines.

En outre, des variables binaires ont été incluses pour déceler si le milieu géographique compte.

7.1.2 Croissance de la part de marché

La deuxième équation examine les corrélats de la croissance de la part de marché.

Nous postulons que la part de marché dépend de facteurs procurant un avantage à l'entreprise par rapport à ses concurrents. Sa croissance est fonction tant de l'avantage conféré par la productivité du travail au début de la période que de sa croissance durant la période. Dans notre formulation, la croissance de la productivité relative du travail sert d'indicateur indirect pour une foule de facteurs liés à l'efficacité technique, aux variations de l'intensité du capital et à d'autres compétences au sein d'une usine—des capacités de gestion aux stratégies en ressources humaines telles que la formation.

Bien que nous ayons déjà inclus l'utilisation de technologies de pointe dans l'équation de la productivité du travail, nous l'ajoutons également à l'équation de la part de marché pour voir si les technologies de pointe ont sur la croissance de la part de marché un effet différent de celui sur la croissance de la productivité relative du travail. L'utilisation de technologies de pointe permet non seulement d'abaisser les coûts, ce qui fait descendre les prix, mais également d'améliorer la souplesse du processus de fabrication et la qualité des produits fabriqués (Baldwin, Sabourin et Rafiqzaman, 1995; Baldwin, Sabourin et West, 1999). On pourrait donc s'attendre à ce qu'elle ait sur la croissance de la part de marché un effet distinct de celui qu'elle a sur la productivité mesurée du travail.

Les autres variables sont essentiellement les mêmes que celles qui ont été utilisées pour la croissance dans le modèle de la productivité relative, sauf que nous avons inclus la part de marché durant la période d'ouverture pour pouvoir faire une régression vers la moyenne. Baldwin (1995) décrit les changements inexorables que la plupart des industries du secteur canadien de la fabrication ont connus au cours des années 1970 au moment où les petites usines voyaient leur part de marché s'accroître et où les grandes voyaient la leur s'amenuiser. Les

données du tableau 3 révèlent que le même processus s'est déroulé à la fin des années 1980 et au début des années 1990.

7.1.3 Croissance du taux de salaire, de l'emploi et de la rentabilité

Nous estimons également trois modèles additionnels. Le premier examine les corrélats de la croissance du taux de salaire moyen relatif au fil du temps. Le deuxième étudie les corrélats de la croissance de la rentabilité relative de l'entreprise. Le troisième s'intéresse aux corrélats de la croissance de la part de l'emploi dans le temps. Ces trois variables—le taux de salaire relatif, la part de l'emploi et la rentabilité relative—déterminent conjointement la valeur ajoutée à l'usine¹³. Nous étudions le lien entre l'utilisation de technologies de pointe et chacune de ces trois variables pour déterminer si ladite utilisation exerce davantage d'influence sur l'une que sur l'autre. Nous utilisons plusieurs des mêmes variables indépendantes dans ces modèles que dans le modèle de croissance de la productivité.

Le taux de salaire d'une usine se mesure par rapport à celui de l'industrie. Il correspond au ratio des traitements et salaires à l'emploi total pour l'établissement divisé par le même ratio pour les codes d'industrie à quatre chiffres. La croissance du taux de salaire relatif se calcule ensuite comme la différence entre les taux de salaire relatifs enregistrés la première et la dernière années. La croissance de la rentabilité relative se calcule de manière semblable, sauf que la rentabilité de l'établissement correspond à la valeur ajoutée moins les traitements et salaires divisée par la valeur des livraisons—un type de marge bénéficiaire. La part de l'emploi d'un établissement se calcule également en rapport avec son industrie d'appartenance. La croissance de la part de l'emploi, comme les autres mesures de la performance, se calcule comme la différence entre la part de l'emploi à la fin de la période et la part de l'emploi au début de la période.

7.2 Résultats empiriques

Les résultats de la régression des moindres carrés qui modélise différentes mesures du rendement du marché comme fonction de l'utilisation de technologies de pointe sont présentés au tableau 9. Étant donné que les données sont tirées d'une enquête à échantillon aléatoire de la population, nous fournissons des estimations pondérées. Toutes les régressions sont estimées par rapport à une usine exclue qui appartient à des intérêts canadiens, qui n'a pas adopté de TIC, qui ne fait pas de R-D et qui se trouve dans la région de l'Atlantique.

¹³ La valeur ajoutée est égale à $wL + rK$, où w est le taux de salaire, L est l'emploi, r est le taux de profit et K est le capital.

7.2.1 Croissance de la productivité

Il y a un lien positif et significatif entre la croissance de la productivité relative du travail et l'utilisation de technologies de pointe (colonne 1, tableau 9). Les usines qui avaient adopté avec succès des technologies de pointe avant la fin de la période ont enregistré une plus forte croissance que celles qui ne l'avaient pas fait. Mais l'utilisation de technologies de pointe associée à l'augmentation de la productivité relative du travail est d'un type particulier. Les établissements qui n'avaient adopté que des technologies de communication en réseau étaient nettement plus susceptibles que les autres d'enregistrer une forte croissance de leur productivité. Mais les gains réels sont venus de l'adoption conjointe des trois types de technologie—les logiciels, le matériel et les communications en réseau. Ces résultats sont significatifs au niveau de 1 % si l'intensité du capital n'est pas incluse comme variable explicative (colonne 2) et au niveau de 5 % si elle l'est (colonne 1). Des régressions ont aussi été faites (mais non présentées ici) en utilisant le nombre de technologies de pointe adoptées, plutôt que l'incidence d'adoption, comme variables indépendantes. Cela nous a donné des résultats semblables. Les usines qui ont davantage recouru aux technologies de pointe à la fin des années 1990 ont vu leur productivité croître relativement plus vite au cours des dix années précédentes. Ce lien est particulièrement fort pour les usines qui ont adopté des technologies de communication en réseau.

On constate que la croissance énormément plus élevée de la productivité du travail est reliée aux établissements sous contrôle étranger, malgré l'inclusion de la taille des usines, de leur rendement sur le plan de la R-D et de leur utilisation de technologies de pointe. On laisse parfois entendre que ce sont ces variables qui déterminent principalement les avantages sur le plan de la productivité du travail dont jouissent les usines sous contrôle étranger. Leur inclusion aux présentes, parallèlement au coefficient important rattaché aux usines sous contrôle étranger, indique cependant qu'il y a quand même d'autres caractéristiques non mesurées qui confèrent aux multinationales un avantage sur le plan de la productivité.

Le coefficient rattaché à la taille d'une usine est positif, mais non significatif. La différence sur le plan de la croissance de productivité entre les grandes et les petites usines au Canada au début des années 90 s'accorde avec les résultats d'études précédentes qui portaient sur les années 70 et 80 (Baldwin, 1998; Baldwin et Dhaliwal, 2001). Si l'on omet de la régression la nationalité de ses propriétaires, cependant, le coefficient relatif à la taille d'une usine devient significatif au niveau de 5 %. Cela laisse supposer l'existence entre la taille d'une usine et la nationalité de ses propriétaires d'un solide lien qui se rattache à la croissance de la productivité. Les établissements sous contrôle étranger tendent à être plus gros que les établissements appartenant à des intérêts canadiens. On ne constate cependant aucun avantage tenant à la taille des usines après avoir neutralisé les différences sur le plan de la nationalité de leurs propriétaires.

Le coefficient de la variable de la productivité durant la période du début est négatif et hautement significatif. La productivité relative régresse vers la moyenne. Les usines dont la productivité relative du travail était élevée au début de la période l'ont vue diminuer. De la même manière, les usines dont la productivité relative du travail était inférieure à la moyenne au début de la période l'ont vue augmenter par rapport à celle de leurs consœurs.

La croissance de l'intensité du capital a un effet important et significatif sur celle de productivité relative du travail. Puisque les définitions de la productivité du travail et de la rentabilité se chevauchent quelque peu, nous éliminons cette variable de l'estimation pour voir si ce retrait influe sur les paramètres estimés associés aux variables relatives aux technologies de pointe (tableau 9, colonne 2). Il n'en est rien.

Ni la performance de la R-D, ni les autres variables (stratégie commerciale et pratiques commerciales) ne sont des déterminants significatifs de la croissance de la productivité relative d'une usine. Cela nous permet de croire que les effets fixes associés au fait que certaines entreprises sont meilleures que d'autres ne change pas l'importance qu'a la technologie comme déterminant majeur de la croissance de la productivité.

Enfin, l'emplacement régional n'a pas d'effet continuellement significatif sur la croissance de la productivité du travail, bien qu'il faille noter que la région omise (les provinces de l'Atlantique) enregistre une performance légèrement supérieure à celle des autres régions. Cela concorde avec un effet de régression vers la moyenne puisque cette région accusait un certain retard en 1989 par rapport aux autres quant à la productivité du travail (Zietsma et Sabourin, 2001)¹⁴.

7.2.2 Croissance de la part de marché

La productivité du travail au début de la période et la croissance de la productivité relative du travail durant la période contribuent toutes deux des facteurs de manière positive et très significative à la croissance de la part de marché (troisième et quatrième colonnes du tableau 9).

Mais lorsqu'on tient compte des effets de la croissance relative de la productivité sur la part de marché, on s'aperçoit que la croissance de la part de marché n'est pas liée à l'utilisation de technologies de pointe. Elle l'est aux bénéfiques que tire ou non l'usine du rendement de sa R-D et à son recours ou non à un ensemble de stratégies commerciales liées aux technologies. Si l'on supprime les variables liées à l'innovation (R-D, pratiques commerciales et stratégies commerciales)—dans une régression non publiée—alors la variable de l'utilisation la plus raffinée des technologies (l'utilisation des trois technologies) devient significative, tout comme l'utilisation de technologies logicielles et de communication en elles-mêmes. Les établissements qui adoptent tous les trois types de TIC sont nettement plus susceptibles d'accroître leur part de marché, mais seulement lorsqu'on soustrait les autres variables de la régression. En outre, ceux qui adoptent des technologies de communication sont aussi plus susceptibles d'augmenter leur part de marché. Cela cadre avec le résultat que nous avons obtenu antérieurement et selon lequel l'utilisation de technologies de communication à la fin des années 1980 a été associée le plus étroitement avec la performance supérieure durant cette décennie (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995).

¹⁴ Il n'y avait aucune différence d'une industrie à l'autre dans ces équations.

Tableau 9. Régressions des moindres carrés pour la croissance de la productivité et de la part de marché de 1988 à 1997 (pondération selon l'établissement)

	Δ Productivité relative		Δ Part de marché	
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4
Intercepte	0,270***	,394***	-0,002	-0,0003
Utilisation de technologies de pointe				
Logiciels seulement	-0,006	-0,015	-0,0003	-0,0001
Matériel seulement	-0,013	0,045	0,004	0,004
Communications en réseau seulement	0,144*	0,165*	0,002	0,003
Logiciels + matériel seulement	0,018	-0,030	-0,001	-0,001
Logiciels + communications seulement	0,021	0,017	0,0004	0,001
Matériel + communications seulement	0,022	0,091	-0,0009	-0,0004
Toutes les trois	0,098**	0,169***	0,0004	0,0008
Pratiques de gestion				
Pratiques	0,002	-0,001	9e-5	0,0001
Taille de l'usine				
Effectif—1988	3e-5	4e-5	-4e-6	-4e-6
Nationalité du contrôle				
Étrangère	0,296***	0,398***	0,003	0,003**
Intensité du capital				
Variation de la rentabilité—1988-1997	1,410***	---	-0,003	-0,003
Productivité du travail initiale				
Productivité relative du travail — 1988	-0,442***	-0,616***	0,002**	---
Croissance de la productivité du travail				
Croissance de la productivité relative du travail	---	---	0,005***	0,004***
Condition initiale				
Part de marché—1988	---	---	-0,035	-0,029
R-D				
Fait continuellement de la R-D	-0,035	-0,017	0,002**	0,002*
Stratégie commerciale				
Stratégie commerciale de l'entreprise	0,003	0,003	0,0001*	0,0001*
Région				
Québec	-0,076	-0,078	-0,0005	-0,0005
Ontario	-0,034	-0,066	-0,001	-0,001
Prairies	-0,113*	-0,133	0,0002	0,0002
Colombie-Britannique	-0,069	-0,122	-0,001	-0,0008
<i>Statistiques sommaires</i>				
N	2362	2367	2362	2362
F(degrés de liberté)	(18, 2343)	(17, 2349)	(20, 2341)	(19, 2342)
R ²	18,94	12,81	4,30	4,65
	0,52	0,33	0,03	0,03

*** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Tableau 10. Régressions des moindres carrés pour la croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi de 1988 à 1997 (pondération selon l'établissement)

	Δ Taux de salaire relatif	Δ Rentabilité relative	Δ Part de l'emploi
Intercepte	0,545***	0,543***	0,0008
Utilisation de technologies de pointe			
Logiciels seulement	0,0002	0,139	-0,0002
Matériel seulement	0,014	0,263**	0,003
Communications en réseau seulement	0,084**	0,225	0,004
Logiciels + matériel seulement	0,053	-0,037	0,001
Logiciels + communications seulement	0,091***	0,082	0,0005
Matériel + communications seulement	0,064	0,203	-0,002
Toutes les trois	0,128***	0,237**	0,001
Pratiques de gestion			
Pratiques	-0,003	0,002	-5e-5
Taille de l'usine			
Effectif—1988	4e-5***	6e-5**	---
Nationalité du contrôle			
Étrangère	0,083***	0,263***	0,0004
Intensité du capital			
Variation de la rentabilité (1988-1997)	0,037	---	-0,002
Value initiale			
Salaire relatif—1988	-0,580***	---	---
Rentabilité—1988	---	-0,889***	---
Part de l'emploi—1988	---	---	-0,033
R-D			
Fait continuellement de la R-D	-0,036*	0,051	0,002***
Stratégie commerciale			
Stratégie commerciale de l'entreprise	-0,001	-0,0002	9e-5
Région			
Québec	-0,070	0,023	-0,001
Ontario	-0,030	-0,181**	-0,001
Prairies	-0,093	-0,076	0,0004
Colombie-Britannique	0,014	-0,273**	-0,001
<i>Statistiques sommaires</i>			
N	2362	2362	2362
F(degrees de liberté)	(18, 2343)	(17, 2344)	(17, 2344)
	16,58	50,21	2,55
R ²	0,33	0,45	0,01

*** statistiquement significatif au niveau de 1 %; ** au niveau de 5 %; * au niveau de 10 %.

Quelles conclusions peut-on tirer? Dans des études antérieures, nous avons découvert que certaines entreprises innovent très différemment des autres (Baldwin et Johnson, 1996; 1998; 1999). Elles font de la R-D, se concentrent sur un certain nombre de pratiques de gestion de pointe *et* font un usage exhaustif des technologies de pointe. Elles en sont récompensées par l'augmentation de leur part de marché. L'utilisation exhaustive a de l'importance, mais dans le cadre d'un ensemble d'activités.

Comme dans le cas de la productivité relative du travail, les variations de la part de marché traduisent une régression vers la moyenne. Les usines plus grandes en 1988 ont généralement vu leur part de marché diminuer. Mais ce résultat n'est pas statistiquement significatif. La part de marché des usines sous contrôle étranger augmente.

Il n'y a aucun effet régional significatif. Cela suppose que l'importance relative des usines au sein des industries a très peu changé au niveau régional—que la répartition géographique de l'emploi est demeurée relativement constante¹⁵.

7.2.3 Croissance du taux de salaire, de la rentabilité et de l'emploi

Les équations du taux de salaire relatif, de la part de l'emploi et de la rentabilité relative (tableau 10) nous montrent qu'il y a un lien significatif entre l'utilisation exhaustive de technologies, d'une part, et le taux de salaire relatif et la rentabilité relative, d'autre part. De plus, le contrôle étranger exerce un effet positif sur la rentabilité relative et sur le taux de salaire relatif, mais il n'affecte pas la croissance de la part de l'emploi. La croissance du salaire relatif et celle de la rentabilité relative régressent vers la moyenne. La part de l'emploi est également caractérisée par une régression vers la moyenne, mais cet effet n'est pas significatif.

La variable de la R-D n'a de lien significatif, négatif en l'occurrence, qu'avec le taux de salaire relatif. Les usines qui ont accès à des moyens de R-D ne versent pas des salaires particulièrement élevés par rapport à leurs concurrentes. Comme c'était le cas plus tôt, aucune des deux autres variables au niveau de l'entreprise (les pratiques commerciales ou les stratégies commerciales) n'est significative. Nous le répétons, cela signifie probablement que la variable technologique ne traduit pas seulement un effet fixe d'entreprise associé au caractère généralement plus innovateur de ces usines.

Bref, l'analyse multivariée révèle un lien étroit entre l'utilisation de technologies de pointe et la croissance de la productivité relative du travail et un lien positif entre cette utilisation et la croissance du taux de salaire relatif et de la rentabilité relative.

Les usines qui parviennent à incorporer des technologies de pointe, à le faire plus intensivement et à combiner des technologies de pointe d'un plus grand nombre de groupes fonctionnels ont également vu la productivité relative de leur travail s'accroître. Et la croissance de la productivité relative du travail se traduit par la croissance de la part de marché.

¹⁵ Pour en savoir davantage sur l'évolution des répartitions régionales, voir Baldwin et Brown (2001).

Veillez noter que l'utilisation de technologies de pointe exerçait non seulement un effet indirect, mais également un effet direct, bien qu'en conjonction avec l'innovation en général, sur la croissance de la part de marché par l'entremise de la croissance de la productivité relative. Ce tient probablement au fait que les technologies de pointe et l'inclination générale à innover augmentent la souplesse des entreprises et, partant, leur faculté de répondre rapidement aux besoins des clients, et de ce fait accroître leur part du marché.

8. Conclusion

Nous comprenons mieux l'ampleur et la nature des forces dynamiques à l'œuvre au sein de la population des entreprises grâce à l'élaboration de bases de données longitudinales qui nous permettent de mesurer l'entrée de nouvelles entreprises et la sortie de vieilles entreprises et la façon dont les entreprises en place changent de position sur le marché en raison de leur croissance ou de leur décroissance. Ces bases de données nous permettent de mesurer certains aspects des effets de la concurrence, mais elles ne nous permettent pas facilement de comprendre les facteurs sous-jacents à l'origine du changement. Nous avons besoin pour cela de plus nombreux détails sur les caractéristiques sous-jacentes des entreprises et de leurs usines. Le présent document a utilisé des données sur l'une de ces caractéristiques—l'incidence d'utilisation de technologies de pointe—de même que la mesure dans laquelle les usines suivaient une stratégie générale d'innovation.

On se demande souvent jusqu'à quel point les TIC ont un effet sur l'ampleur du changement en cours. Le présent document s'est penché sur cette question en se demandant si les usines à différents parcours de croissance utilisent différemment les technologies de pointe. L'étude des différences de réussite entre les usines permet de déterminer les gammes de technologies de pointe les plus appropriées. Toutes les usines peuvent en tout temps se prévaloir des mêmes capacités technologiques. Mais seul un sous-ensemble de la population choisit d'adopter des TIC. Le fait de déterminer quelles usines et technologies sont plus étroitement associées à la réussite que les autres nous permet de savoir quels parcours technologiques sortent gagnants du processus concurrentiel.

De 1988 à 1997, avons-nous constaté, il y avait un lien entre l'adoption de nombreuses TIC et la croissance accrue de la productivité du travail et de la part de marché durant la période¹⁶. Il s'agit du même constat que celui fait dans un document antérieur sur la relation entre la performance des usines durant les années 1980 et l'utilisation de technologies de pointe (Baldwin, Diverty et Sabourin, 1995). Cela confirme notre opinion que l'adoption des TIC est l'une des clés de la croissance. Et cette croissance est associée à l'amélioration de la productivité du travail.

Nous avons également constaté que les technologies de communication jouent un rôle spécial dans la croissance. Les TIC s'appuient sur les capacités des ordinateurs. Les machines assistées par ordinateur permettent non seulement le coupage et le façonnage de précision, mais également l'acquisition de grandes quantités d'information, qui, à leur tour, permettent de surveiller,

¹⁶ Nous avons également constaté que l'adoption de TIC avait des effets moindres sur la croissance du taux de salaire relatif et sur la croissance de la rentabilité relative.

d'évaluer et d'intervenir rapidement. On dit des capacités des nouvelles technologies qu'elles ont ouvert la porte à la révolution de la fabrication douce (Bylinsky, 1994). Les nouvelles technologies de pointe permettent d'allier efficacement les avantages des machines aux facultés cognitives de l'être humain. Et c'est dans ce domaine que l'adoption de technologies de pointe semble avoir eu le plus grand impact selon les preuves que nous vous avons présentées.

Plusieurs mises en garde s'imposent toutefois à l'égard des résultats résumés ci-dessus. Nos résultats ne montrent pas que le seul fait d'acheter des technologies de pointe est un gage de succès. Nous avons démontré que les usines qui adoptent avec succès des TIC (celles qui déclarent posséder de tels appareils) s'en tirent mieux que les autres. Mais leur mise en œuvre exige un certain nombre de compétences. Le développement des compétences professionnelles nécessaires exige l'établissement d'une stratégie en ressources humaines (Baldwin, 1999, 2000). Les entreprises doivent résoudre les problèmes de financement associés à l'acquisition de technologies nouvelles et non éprouvées (Baldwin et Lin, 2001). L'innovation, même technique, s'accompagne souvent de la mise au point de pratiques exemplaires de contrôle de la qualité et d'ingénierie (Baldwin et Sabourin, 2000).

Dans le présent document, nous n'avons mis l'accent que sur une caractéristique des usines de fabrication : leur sophistication technologique. Mais nous reconnaissons que les usines se distinguent rarement les unes des autres à un seul égard. Baldwin et Johnson (1996; 1998) démontrent que les entreprises innovatrices et les entreprises non innovatrices diffèrent simultanément à plusieurs égards : l'importance qu'elles accordent au marketing, aux ressources humaines, au financement et aux développements technologiques. La technologie n'est qu'un des morceaux du casse-tête d'une entreprise prospère. Cela dit, il s'agit d'un morceau essentiel. Les usines qui adoptent des technologies de pointe produisent davantage et grandissent plus vite. Qu'il leur faille maîtriser un certain nombre de compétences pour réussir ne réduit en rien l'incontournable nécessité de trouver le moyen d'intégrer avec succès des TIC dans leur fonctionnement.

Annexe A

Afin d'étudier la croissance au fil du temps, nous n'utilisons que les établissements pour lesquels nous disposons de données relatives à la performance financière sur une période de dix ans, en l'occurrence 1988 à 1997 inclusivement. Des 3 699 établissements de l'échantillon original, 2 113 sont présents tout au long de la période.

Puisque les échantillons réduits d'établissements persévérants tels que ceux dont nous sommes servis ne sont parfois pas représentatifs de la population dans son ensemble, il est utile d'examiner les différences entre l'échantillon que nous avons utilisé et la population pour savoir où elles se manifestent. Les répartitions selon la taille et l'industrie de l'échantillon utilisé sont fournies au tableau A.1. pour la population totale des établissements manufacturiers et pour la population des « persévérants » en 1997, et ce, pour tous les établissements d'au moins 10 employés. Leur composition industrielle étant essentiellement la même que celle de la population totale, les « persévérants » de notre échantillon sont généralement représentatifs de la population des établissements, du moins pour ce qui est de la composition industrielle et dans une faible mesure pour ce qui est de la taille.

Tableau A.1. Répartition selon la taille et l'industrie des établissements persévérants et de la population manufacturière totale, pondération selon l'établissement

Caractéristiques	Population TOTALE (10 employés ou plus)	Population des établissements PERSÉVÉRANTS (10 employés ou plus)
	(pourcentage des établissements)	
Taille		
• Petits (10-99 employés)	83	72
• Moyens (100-249 employés)	11	19
• Grands (250 plus employés)	6	9
Industrie (code à 2 chiffres)		
• Produits chimiques et pétroliers	5	5
• Produits électriques et électroniques	6	5
• Fabrication des produits métalliques	20	18
• Meubles	5	6
• Machinerie industrielle	7	7
• Minéraux non métalliques	4	5
• Papier	3	4
• Première transformation des métaux	2	2
• Imprimerie et édition	10	9
• Produits en caoutchouc et en matière plastique	6	6
• Textiles	10	10
• Tabac et boissons	1	1
• Transports	6	5
• Bois	10	11
• Autres	7	7
Total	100	100

Bibliographie

- Baily, M., C. Hulten et D. Campbell. 1992. "Productivity Dynamics in Manufacturing Plants". *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics 1992*. p. 187-267.
- Baldwin, J.R. 1995. *The Dynamics of Industrial Competition. A North American Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baldwin, J.R. 1996a. "Productivity Growth, Plant Turnover and Restructuring in the Canadian Manufacturing Sector". Sous la direction de D. Mayes. *Sources of Productivity Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baldwin, J.R. 1996b. "Innovation: The Key to Success in Small Firms". Dans J. de la Mothe et G. Paquette (dir.) *Evolutionary Economics and the New International Political Economy*. Londres: Pinter.
- Baldwin, J.R. 1998. "Were Small Firms the Engines of Growth in the 1980s"? *Small Business Economics* 10: 349-64.
- Baldwin, J.R. 1999. *Innovation, formation et réussite*. Documents de recherche n° 137. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.
- Baldwin, J.R. 2000. *L'innovation et la formation dans les nouvelles entreprises*. Documents de recherche n° 123. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.
- Baldwin, J.R., D. Beckstead, N. Dhaliwal, R. Durand, V. Gaudreault, T. Harchaoui, J. Hosein, M. Kaci et J.-P. Maynard. 2001. *Croissance de la productivité au Canada*. N° 15-204 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.
- Baldwin, J.R. et M. Brown. 2001. *Dynamique du secteur canadien de la fabrication dans les régions métropolitaines et rurales*. Documents de recherche n° 169. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada. À paraître.
- Baldwin, J.R., William Chandler, Can Le et Tom Papailiadis. 1994. *Stratégies de réussite : Profil des petites et des moyennes entreprises en croissance (PMEC) au Canada*. N° 61-523 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.
- Baldwin, J.R. et N. Dhaliwal. 2001. "Hétérogénéité de la croissance de la productivité du travail dans le secteur de la fabrication : Comparaisons entre les établissements sous contrôle canadien et étranger". Dans *Croissance de la productivité au Canada*. N° 15-204 au catalogue, p. 51-76. Ottawa: Statistique Canada.
- Baldwin, J.R., B. Diverty. 1995. *Utilisation des technologies de pointe dans les établissements de fabrication*. Documents de recherche n° 85. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., B. Diverty et D. Sabourin. 1995. *Technology Use and Industrial Transformation: Empirical Perspectives*. Dans T. Courchesne (dir.) *Technology, Information, and Public Policy*. John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy. Kingston, Ontario: Queen's University. (voir aussi le document de recherche n° 75, Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada).

Baldwin, J.R., Tara Gray, Joanne Johnson, Jody Proctor, Mohammed Rafiquzzaman et David Sabourin. 1997. *Les faillites d'entreprise au Canada*. N° 61-525 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et P.K. Gorecki. 1991. "Productivity Growth and the Competitive Process: the role of firm and plant turnover". Dans P.A. Geroski et J. Schwalbach (dir.) *Entry and Market Contestability: An International Comparison*. Oxford: Basil Blackwell.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1996. "Business Strategies in Innovative and Non-Innovative Firms in Canada". *Research Policy* 25: 785-804.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1998. "Innovator Typologies, Related Competencies, and Performance". Dans *Microfoundations of Economic Growth: A Schumpeterian Perspective*. Sous la direction de G. Eliasson, C. Green et C. McCann Jr. The University of Michigan Press. Ann Arbor, MI. p. 227-53.

Baldwin, J.R. et J. Johnson. 1999. "Entry, Innovation and Firm Growth". Dans *Are Small Firms Important? Their Role and Impact*. Sous la direction de Z. Acs. Dordrecht: Kluwer. 1999. p. 51-71.

Baldwin, J.R. et Petr Hanel. 2002. *Knowledge Creation and Innovation in an Open Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. À paraître.

Baldwin, J.R. et Z. Lin. 2001. "Entraves à l'adoption des technologies de pointe pour les fabricants canadiens". Documents de recherche n° 173. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2000. "Innovative Activity in Canadian Food Processing Establishments: The Importance of Engineering Practices". *International Journal of Technology Management*, Vol. 20, No. 5, p. 511-527.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin. 2002. "The Effect of Changing Technology Use on Productivity Performance". Documents de recherche à paraître. Direction des études analytiques. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., D. Sabourin et M. Rafiquzzaman. 1996. *Avantages et problèmes liés à l'adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada*. N° 88-514 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R., David Sabourin et D. West. 1999. *Technologie de pointe dans le secteur de la transformation des aliments au Canada*. N° 88-518 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Beaumont, N.B. et R.M. Schroder. 1997. "Technology, Manufacturing Performance and Business Performance amongst Australian Manufacturers". *Technovation* Vol. 17 No.6, p. 297-307.

Bartelsman, E. et P. Dhrymes. 1998. Productivity Dynamics: U.S. Manufacturing Plants, 1972-1986. *Journal of Productivity Analysis*, Vol 9, p. 5-34.

Bylinsky, G. 1994. "The Digital Factory". *Fortune* Novembre 14, 1994.

Caves, R.E. 1982. *Multinational Enterprise and Economic Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dilling-Hansen, M., T. Eriksson, E.S. Madsen et V. Smith. 1999. "The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Firm-level Data". International Conference on Comparative Analysis of Enterprise Data, The Hague, Les pays-bas.

Doms, M., T. Dunne et M. Roberts. 1994. *The Role of Technology Use in the Survival and Growth of Manufacturing Plants*. Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Doms, M., T. Dunne et K. Troske. 1997. "Workers, Wages and Technology". *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. CXII, p. 253-290.

Dosi, G. et L. Marengo. 1994. "Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competencies". Dans *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*. Sous la direction de R. England. University of Michigan Press. p. 157-78.

Dunne, T. et J. Schmitz Jr. 1995. "Wages, Employment Structure and Employer Size-Wage Premia: Their Relationship to Advanced-technology Usage at U.S. Manufacturing Establishments". *Economica*. Vol. 62, p. 89-107.

Geroski, P. 1989. "Entry, Innovation and Productivity Growth". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. LXXI, n° 4, p. 572-578.

Hall, B. et J. Mairesse. 1995. "Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms". *Journal of Econometrics* 65: 265-93.

Jensen, J., R. McGuckin et K. Stiroh. 2000. "The Impact of Vintage and Survival on Productivity: Evidence from Cohorts of U. S. Manufacturing Plants". Mimeo. U.S. Bureau of the Census, Center for Economic Studies.

Johnson, Joanne, J.R. Baldwin et Christine Hinchley. 1997. *Les jeunes entreprises montantes : se donner les moyens de survivre et de croître*. N° 61-524 au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

- Lichtenberg, F.R. et D. Siegel. 1991. "The Impact of R&D Investment on Productivity: New Evidence using linked R&D-LRD data". *Economic Inquiry* 29: 203-28.
- McGuckin, R., M. Streitwieser et M. Doms. 1996. "Advanced Technology Usage and Productivity Growth". *Economics of Innovation and New Technology* 7: 1-26.
- Power, L. 1998. "The Missing Link: Technology, Investment and Productivity". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 80, No. 2, p. 300-313.
- Prahalad, C.K. et G. Hamel. 1990 "The Core Competencies of the Corporation". *Harvard Business Review* May-June 79-91.
- Rischel, T.D., O.M. Burns. 1997. "The Impact of Technology on Small Manufacturing Firms". *The Journal of Small Business Management*. Vol. 35I, p. 2-10.
- Salter, W.E. 1966. *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sabourin, D. et D. Beckstead. 1999. *Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada, 1998*. Document de travail ST-99-05. Division des sciences, de l'innovation et de l'information électronique. Ottawa: Statistique Canada.
- Stoneman, P. et M.J. Kwon. 1996. "Technology Adoption and Firm Profitability". *The Economic Journal*. Vol. 106, p. 952-962.
- Ten Raa, T. et E.N. Wolff. 1999. *Engines of Growth in the U.S. Economy*. ECIS/SCED Conference on Economic Growth, Trade and Technology, 3-4 October, Eindhoven.
- Teece, D., G. Pisano et A. Shuen. 1997. "Dynamic Capabilities and Strategic Management". *Strategic Management Journal* 18: 509-533.
- Tracey, M., M.A. Vonderrembse et J.S. Lim. 1999. "Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance". *Journal of Operations Management*. Vol. 17, p. 4111-4128.
- Van Meijl, H. 1995. "Endogenous Technological Change: The Case of Information Technology. Theoretical Considerations and Empirical Results". MERIT, University of Limburg, Maastricht, p. 289.
- Zietsma, D. and D. Sabourin. 2001. "Différences de productivité entre les provinces". *L'Observateur économique canadien*, août. N° 11-010 au catalogue, p. 3.1-3.10. Ottawa: Statistique Canada.